



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

DISEÑO DE INVERNADERO PARA PRODUCCIÓN DE FLOR CORTADA DE ANTURIO

AUTOR:

IKER GARCIA POZA

TUTOR:

Dr. SYLVIO LUIS HONORIO

CAMPINAS
JULIO 2010

Resumen

El objetivo principal de este proyecto es diseñar un invernadero para la producción experimental de flor cortada de anturio en la Facultad de Ingeniería Agrícola (FEAGRI) de la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP).

Los objetivos específicos del proyecto son dos:

- Realizar una revisión bibliográfica que explique la situación actual del mercado de flor cortada en general, y en concreto el de la flor del anturio; y que sirva de referencia para poder llevar a cabo las labores culturales necesarias para producir flores cortadas de anturio que puedan ser utilizadas en estudios, principalmente de almacenamiento y mantenimiento de la calidad de flor cortada.
- Proyectar un invernadero y llevar a cabo los cálculos necesarios para el dimensionamiento del invernadero

Revisión bibliográfica

En Brasil, la profesionalización, tanto del cultivo como del área comercial de la floricultura, son fenómenos relativamente recientes. Sin embargo, la actividad ya contabiliza números significativos. La floricultura brasileña está fuertemente concentrada en el estado de Sao Paulo, particularmente en las regiones de los municipios de Atibaia y Holambra.

En términos globales, se estima que la actividad es responsable de la generación de más de 120 mil empleos, divididos entre la producción, distribución, comercio minorista y otros.

Hoy en día existen distintas maneras de establecer el precio de las flores: subasta, intermediación, comercialización virtual y centrales de distribución.

El anturio pertenece a la familia *Araceae*. Entre los géneros de esta familia, se encuentra el género *Anthurium*, del cual forma parte el anturio. El género *Anthurium* cuenta con más de 600 especies.

Los antúrios se puede dividir en dos clases principales: antúrios de follaje y antúrios de flor. La flor de anturio está compuesta por el conjunto formado por una hoja modificada, colorida, denominada espata, y por una inflorescencia tipo espiga, denominada espádice.

Como resultado de más de 20 años de trabajos de investigación, en 1998, el Instituto Agronómico de Campinas presento doce selecciones de anturio. Entre ellas la "IAC Eidibel", la cual es una de la más utilizadas hoy en día por los productores.

La propagación del anturio se puede hacer de distintas formas, pero la más recomendable, y la más utilizada por la empresas de selección, es el cultivo in-vitro. El cual reproduce perfectamente las características de la planta madre y posibilita la multiplicación libre de enfermedades y plagas.

Para el cultivo del anturio es preferible regiones donde la temperatura mínima nocturna esté por encima de 18°C, durante el día la temperatura máxima no exceda los 35 °C, la temperatura ideal durante el día está entre los 20 ° C y 28 ° C. La humedad relativa en los días soleados debe ser superior al 50%, en los días nublados debe estar entre el 70% y el 80%. Su cultivo debe estar en locales protegidos de la luz solar directa, se recomienda un sombreado entre el 50% y 90%. Se puede cultivar en camas a base de tierra y materia orgánica, en canaletas, en maceta o en cultivo hidropónico. El cultivo hidropónico permite un adelanto en la floración cercano al 50%.

Los principales problemas fitosanitarios son plagas (acaros, trips, y mosca blanca), enfermedades fúngicas (podredumbre radicular, antracnosis, septoria) y enfermedades bacterianas.

La cosecha de las "flores" es manual y se hace cuando tres cuartas partes de las flores del espádice están maduras.

La longevidad de las flores es determinada por varios factores pre y post cosecha ,y está relacionada también con las características genéticas y anatómicas de cada especie y de los diferentes cultivares. La mayor parte de la pérdida de agua de la "flor" del anturio se produce por evaporación a través del espádice, ya que es una estructura que tiene aberturas naturales.

La calidad y vida postcosecha de flores del anturio es, aparentemente, limitada por desarrollo de un déficit hídrico. Existe la posibilidad de utilizar

tratamientos post-cosecha, pero estos no aumentan la calidad interna de la flor, sin embargo, evitan su rápida degradación. Normalmente, cuatro tipos de soluciones son utilizadas en la post-cosecha de conservación de flores cortadas y se pueden clasificar de acuerdo a la finalidad de su uso en soluciones de: acondicionado, pulsing, de inducción a la apertura floral y de mantenimiento

El uso de temperatura de refrigeración para el almacenamiento de las flores es muy importante, porque reduce la pérdida de agua, las infecciones bacterianas, las infecciones producidas por hongos y reduce los procesos de senescencia, manteniendo la calidad durante más tiempo y la prolongación de la vida post-cosecha de plantas y flores durante el período de almacenamiento.

Diseño del invernadero

El invernadero se situara en la finca de FEAGRI. Tendrá unas dimensiones de 18x7 metros y 4,6 metros de altura. Se utilizara film plástico de 150 μm para la cubierta, y telas negras de sombreado del 50% en los laterales. También se instalara dos cortinas de tela reflexiva del 60% y 40%, para poder adecuar la insolación en función del día.

El cultivo será hidropónico en canaletas, con fibra de coco. Las canaletas se juntaran formando 3 banquetas de 15m. El sistema de irrigación será por manguera de goteo. La variedad elegida es la “IAC Eidibel” por su alta utilización por los productores brasileños.

El presupuesto es de 11.086 reales, en el cual no se ha tenido en cuenta la mano de obra ya que esta será hecha por los trabajadores de FEAGRI.

Resumo

O principal objetivo deste projeto é desenhar uma estufa para a produção experimental de flores de corte de antúrio, na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Os objetivos específicos do projeto são dois:

- Realizar uma revisão bibliográfica explicando a actual situação do mercado de flores de corte em geral, e, especificamente, o da flor de antúrio. Permitindo assim, que seja referência para a realização do trabalho cultural necessário para produzir flores de antúrio de corte que possam ser utilizadas em estudos, principalmente para o armazenamento e a manutenção da qualidade das flores cortadas.

- Projetar uma estufa e realizar os cálculos necessários para o dimensionamento da estufa.

Revisão bibliográfica

No Brasil, a profissionalização tanto da cultura como da área comercial, da floricultura é um fenómeno relativamente recente. Entretanto, a actividade já conta com números significativos. A floricultura brasileira está fortemente concentrada no estado de São Paulo, especialmente nas regiões e municípios de Holambra e Atibaia.

Globalmente, estima-se que a atividade é responsável por gerar mais de 120 mil postos de trabalho, divididos entre a produção, distribuição, varejo e outros.

Hoje em dia, existem diversas maneiras de definir o preço das flores: leilão, a corretagem, marketing virtual e centros de distribuição.

O antúrio pertence à Família *Araceae*. Entre os gêneros desta família, encontram-se o gênero *Anthurium*, do qual o antúrio faz parte. O gênero *Anthurium* compreende mais de 600 espécies.

Os antúrios podem ser divididos em duas classes principais: antúrios de folhagem e antúrios de flor. A flor do antúrio é composta pelo conjunt formado por uma folha modificada, colorida, denominada espata; e uma inflorescência tipo espiga, denominada espádice.

Como resultado de mais de 20 anos de trabalho de pesquisa, em 1998 o Instituto Agronômico de Campinas apresentou doze seleções de antúrio. Incluindo entre elas a "IAC Eidibel", que é hoje uma das mais utilizadas pelos produtores.

A propagação do antúrio pode ser feita de maneiras diferentes, mas a mais recomendada, e mais amplamente utilizada por empresas, é o cultivo in vitro, o qual reproduz as características da planta-mãe perfeitamente e permite a multiplicação livre de doenças e pragas.

Portanto, para o cultivo de antúrio deve-se preferir regiões onde a temperatura mínima noturna situa-se acima de 18°C e que a máxima diurna não ultrapasse 35°C, com temperatura diurna ideal entre 20°C e 28°C. A umidade relativa em dias de sol deve ser superior a 50%, em dias nublados de 70% a 80%. Seu cultivo deve ser em locais protegidos dos raios solares diretos, sendo recomendado o sombreamento entre 50% e 90%. Pode ser cultivado em canteiros formados por solo e matéria orgânica, em canaletas, vasos ou cultivo hidropônico. O cultivo hidropônico permite um adiantamento da floração próximo ao 50%.

Os principais problemas fitossanitários são pragas (ácaro, pulgões, tripses, etc.), doenças fúngicas (antracnose, podridão de raízes) e doenças bacterianas.

O processo de colheita é manual e é feito quando 3/4 das flores sobre a espádice tornam-se maduras.

A longevidade das flores é determinada por vários fatores pré e pós-colheita e está relacionada, também, com as características genéticas e anatômicas de cada espécie e entre cultivares.

A maior parte da perda de água pela “flor” do antúrio, ocorre por evaporação através da espádice, visto que esta é uma estrutura floral e que possui aberturas naturais. A vida pós-colheita das flores de antúrio é, aparentemente, limitada pelo desenvolvimento de um déficit hídrico.

Existe a possibilidade da utilização de tratamentos pós-colheita, porém, estes não aumentam a qualidade interna da flor, entretanto, previnem a sua rápida degradação. Normalmente, são utilizados quatro tipos de soluções em conservação pós-colheita de flores de corte, podendo ser classificadas de acordo com o objetivo de uso em soluções de: condicionamento, *pulsing*, indução à abertura floral e de manutenção.

A utilização de temperatura de refrigeração para conservação de flores é muito importante, pois diminui a perda de água, as infecções bacterianas e as produzidas por fungose, reduz os processos de senescência, mantendo a qualidade por mais tempo e prolongando a vida pós-colheita de plantas e flores durante o período de armazenamento.

Desenho da estufa

A estufa está localizado na propriedade de FEAGRI. Ela terá uma dimensão de 18x7 metros e 4,6 metros de altura. Usaremos filme plástico 150 μm para a coberta, e tela preta de sombreamento 50 % nas laterais. Também instalaremos duas cortinas de tela reflexiva de sombreamento 60% e 40%, a fim de adequar a insolação. O sistema de cultivo será hidropônico em canaletas, com fibra de coco. As canaletas serão colocadas juntas para formar três bancadas de 15m. O sistema de irrigação será por fita de gotejamento. A variedade escolhida é "IAC Eidibel" devido a sua utilização elevada pelos produtores brasileiros.

O orçamento é de 11.086 R\$. A mão de obra não foi tida em conta por que será feita pelos trabalhadores do FEAGRI.

Índice

Página

Lista de figuras.....	1
Lista de tablas.....	2
1.1 Introducción.....	3
1.2 Objetivos.....	4
2 Revisión bibliografica.....	5
2.1 Situación económica de la floricultura.....	5
2.2 Formas de comercialización: formación del precio y movimiento logístico...	8
2.3 El anturio.....	11
2.4 Situación del mercado del anturio.....	13
2.5 Propagación.....	16
2.6 Cultivo.....	18
2.7 Problemas fitosanitarios.....	23
2.7.1 Plagas.....	23
2.7.2 Enfermedades fúngicas.....	25
2.7.3 Enfermedades bacterianas.....	26
2.8 Cosecha.....	28
2.9 Manejo post-cosecha.....	29
2.10 Clasificación.....	37
2.11 Embalaje.....	38
2.12 Almacenamiento de anturios.....	39
2.13 Refrigeración de productos hortícolas.....	41
2.13.1 Refrigeración cámaras frigoríficas.....	42
2.13.2 Refrigeración rápida con aire forzado (refrigeración por aire forzado).....	42
3 Solución adoptada.....	44
3.1 Localización.....	44

3.2 Estructura.....	44
3.3 Cubiertas.....	46
3.4 Sistema de cultivo.....	47
4.1 Presupuesto.....	49
4.2 Cálculos de cantidades.....	50
5 Referencias bibliográficas.....	51
Anexo 1: Estudio climático.....	58
Anexo 2: Calculo del Balance de Energía y de Masas del invernadero.....	63
Anexo 3: Planos.....	70

Lista de figuras

	Página
Figura 1: Grafico de distribución de empleos en la floricultura.....	5
Figura 2: Grafica de distribución del área cultivada en floricultura.....	7
Figura 3: Características del modulo(medidas en metros).....	45
Figura 4: Posición de las cortinas de sombreado.....	46
Figura 5: Medias mensuales de temperatura máximas y mínimas.....	58
Figura 6: Medias mensuales de humedad relativa.....	60
Figura 7: Esquema de los módulos.....	63

Lista de tablas

	Página
Tabla 1: Composición de la solución nutritiva (WANG, etc. 2009).....	22
Tabla 2: Temperaturas de bulbo seco.....	58
Tabla 3: Dirección del viento, humedad relativa medida a las 9h y humedad relativa medida a las 15h.....	59
Tabla 4: Horas de insolación y media de la radiación solar.....	61

1.1 Introducción

Durante la última década la producción de flor cortada de anturio brasileña a experimentado una evolución importante. Por un lado ha aumentado la demanda de productos de calidad por parte del mercado, tanto interno como externo, lo que ha obligado a los productores a modernizar sus instalaciones, y por otro lado cada vez hay mas productores interesados en exportar.

Entre las avances que han permitido alcanzar la calidad requerida por el mercado cabe destacar la reproducción in-vitro. A través de la cual se consigue multiplicar a gran escala variedades, manteniendo todas sus características, y manteniéndolas libres de plagas y enfermedades. En Brasil, el Instituto Agronómico de Campinas (IAC) tiene varias variedades propias de anturio para flor cortada, con una utilización importante por parte de los productores de flor brasileños.

Otros avances importantes son los relacionados con las técnicas de cultivo. La instalación de sistemas control de clima como invernaderos, sistemas de humidificación, calefacción etc... y la automatización de ellos, repercute en un aumento significativo de la productividad y de la calidad del producto. Los sistemas de cultivo hidropónicos (sin suelo) ha permitido aumentar la precocidad de floración en hasta un 50%,sin embargo estos sistemas requieren una tecnificación importante respecto a los métodos tradicionales de cultivo, lo que se traduce en la necesidad de hacer una inversión importante en el momento de establecer el cultivo.

Por otro lado nos encontramos que para tener competitividad en el mercado externo es esencial un sistema de almacenamiento y distribución adecuado para mantener la calidad comercial de las flores durante el tiempo necesario para que lleguen a su destino final.

En continuidad con estudios hechos recientemente en la Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) , de la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP), por el área de tecnología post-cosecha, en el campo de la vida post-cosecha de las flores de anturio; este proyecto pretende facilitar el estudio

de este campo, diseñando las instalaciones necesarias para la producción de flor cortada y ofreciendo información sobre su cultivo, protección y almacenamiento. El proyecto fue orientado por el Dr. Sylvio Luis Honorio, y se desarrolló entre octubre del 2009 y julio del 2010.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es diseñar un invernadero para la producción experimental de flor cortada de anturio en la Facultad de Ingeniería Agrícola (FEAGRI) de la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP).

Los objetivos específicos del proyecto son dos:

- Realizar una revisión bibliográfica que explique la situación actual del mercado de flor cortada en general, y en concreto el de la flor del anturio; y que sirva de referencia para poder llevar a cabo las labores culturales necesarias para producir flores cortadas de anturio que puedan ser utilizadas en estudios, principalmente de almacenamiento y mantenimiento de la calidad de flor cortada.
- Proyectar un invernadero y llevar a cabo los cálculos necesarios para el dimensionamiento del invernadero.

2 Revisión bibliográfica

2.1 Situación económica de la floricultura

La floricultura está presente en todo el mundo y abarca el cultivo de flores cortadas, plantas en macetas, plantas para jardines, árboles y arbustos, bulbos, hierbas, entre otros; abarcando desde las especies tropicales hasta las de clima templado, englobando tanto las principales industrias de productos agrícolas, tales como maquinaria industrial y herramientas agrícolas, y equipo para el análisis y la automatización; y la industria de fertilizantes y correctivos para el suelo, la industria del plástico, desde la producción de telas y películas plásticas utilizadas en los invernaderos a los envases para el transporte y la comercialización; la industria de cartón, utilizados para el acondicionamiento del producto, entre otros, además de una serie de servicios paralelos.

En Brasil, la profesionalización y el dinamismo comercial de la floricultura son fenómenos relativamente recientes. No en tanto, la actividad ya contabiliza números extremadamente significativos. Hay más de cuatro mil productores, cultivando un área de cerca seis mil hectáreas anualmente, en 304 municipios que se unen e 12 zonas de producción.

Aunque está fuertemente concentrada en el estado de Sao Paulo, particularmente en las regiones de los municipios de Atibaia y Holambra, la floricultura brasileña evidencia fuertes tendencias de descentralización productiva y comercial por varias regiones de todo el país.

Actualmente, asistimos a un notable crecimiento y consolidación de importantes zonas florícolas en Rio Grande del Sur, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Distrito Federal y en la mayoría de los estados del Norte y Nordeste.

En términos globales, se estima que la actividad es responsable de la generación de más de 120 mil empleos, de los cuales 58 mil (48,3 %) están localizados en la producción, 4 mil (3,3 %) en la distribución, 51 mil (42,5 %) en

el comercio minorista y 7 mil (5,9 %) en otras funciones, principalmente en los segmentos de apoyo.(Figura 1)

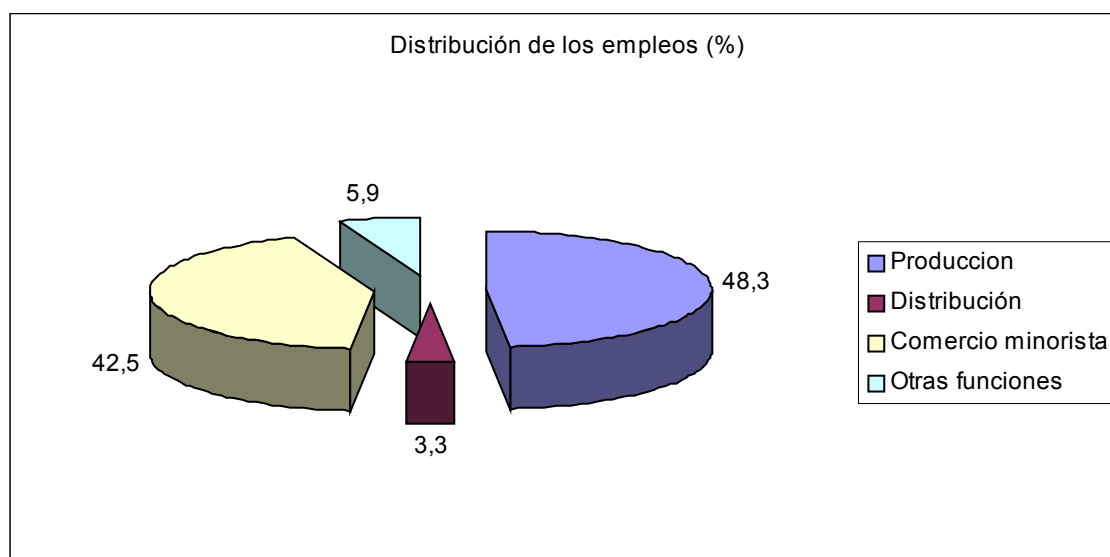


Figura 1: Gráfico de distribución de empleos en la floricultura

La producción de flores y plantas ornamentales proporciona rendimientos de 50 R\$ mil a 100 R\$ mil por hectárea, generando, como media nacional, 3,8 empleos directos por hectárea, que vienen a equivaler a 14,2 empleos en cada propiedad dedicada a la floricultura. Hay que resaltar, además, que el 94,4% de esos empleos son manos de obra permanentes, esencialmente contratada (81,3 %), en cuanto que el trabajo familiar corresponde al 18,7 % del total de los empleos, caracterizándose, de esta manera, su incuestionable papel e importancia socio-económica.

La producción y desenvolvimiento en pequeñas propiedades, cuya media nacional de área cultivada es de 3,5 hectáreas. Existen diferencias regionales importantes. En el estado de Goiás, por ejemplo, posee una área media de cultivo mayor a la nacional, de 6,3 hectáreas, lo que se explica por el hecho de su vocación para la producción de mudas de plantas ornamentales, exigentes en mayores dimensiones físicas de área

En Brasil, la distribución de área cultivada con flores y plantas es de 50,4% para mudas; 13,2% para flores envasadas; 28,8% para flores de corte; 3,1% para follajes en vasos; 2,6% para follajes de corte; y 1,9% para otros productos de floricultura. (Figura 2)

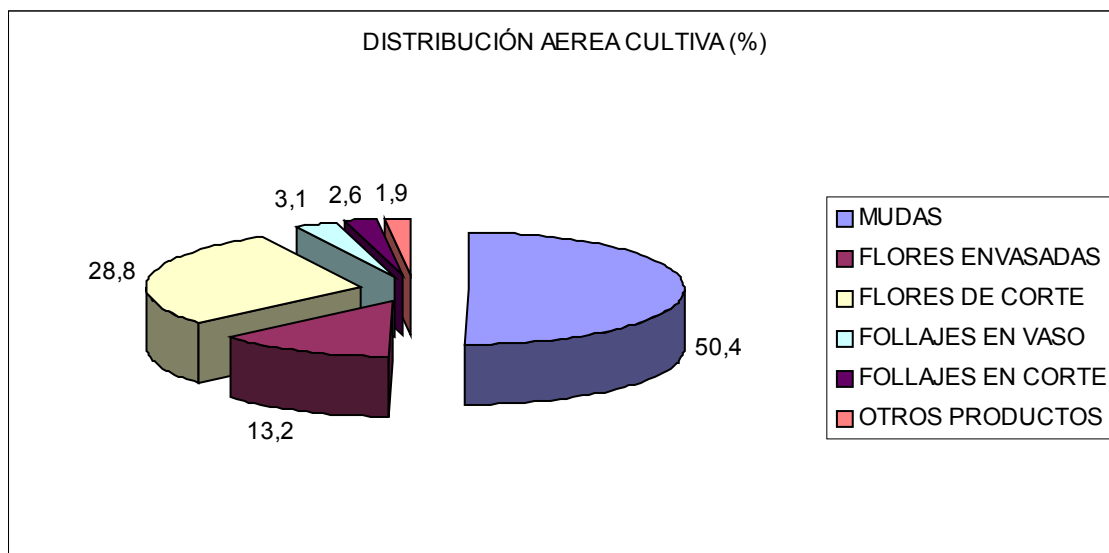


Figura 2: Grafica de distribución del área cultivada en floricultura

En el mercado domestico, se evalúa que la floricultura brasileña mueve, anualmente, un valor global en torno a 1,2 billones de US\$ por año. El consumo domestico gira en torno a 6,5 US\$ per capita. Con todo, estos números son, todavía, muy bajos frente a los estándares mundiales. En Suiza y en Noruega, por ejemplo, el consumo per capita llega a 170 US\$ y 143\$, respectivamente. En Alemania el consumo es de 137 US\$ per capita, en los EE.UU. 36 US\$, y en Argentina 25 US\$. Las estimaciones indican que el consumo potencial es, por lo menos, equivalente al doble del actual, si son superadas restricciones generadas por aspectos económicos y culturales; entre los cuales se da la concentración de demanda solamente en fechas conmemorativas, como el día de la madre, de los enamorados, entre otros.

Los principales mercados mayoristas están concentrados en el Estado de Sao Paulo, envolviendo cerca de 800 agentes y movilizand, anualmente, cerca de 445 millones de R\$. Hay que resaltar que algunos de esos mercados incorporan las más modernas técnicas de comercialización, tales como el sistema de subastas propio del modelo Veiling holandés y la comercialización electrónica de mercancías; destacándose sobre el resto de la horticultura comercial en Brasil.

2.2 Formas de comercialización: formación del precio y movimiento logístico

No existe una única y mejor manera de comercializar. Cada país, de acuerdo con su cultura y su mercado, adopta un modelo. En Holanda, como mayor centro productor y exportador del mundo, comercializa más del 80% de su producción a través de subastas diarias, convirtiéndose en el principal centro formador de precios del mercado europeo. Ya en EE.UU., que importa cerca del 40% de lo que consumen, la comercialización es directa de los importadores a los puntos de venta, y casi siempre las redes de supermercados cierran contratos con grandes productores.

a) Subasta

El sistema de ventas vía subastas, ampliamente difundido en Holanda, en Brasil solo existe en la Cooperativa Veiling Holambra, responsable de cerca del 25% del comercio nacional. Es un sistema que permite la justa formación de precios y ventas de grandes cantidades de productos en un corto espacio de tiempo, manteniendo la calidad de los productos. Esta totalmente informatizado, y posibilita una total transparencia en las transacciones comerciales. Es referencia de precios para todo el mercado nacional.

b) Intermediación

Es un sistema donde los productores y distribuidores cierran contrato de corto, medio o largo plazo. El precio, características del producto y el plazo de entrega son acordados en momento del cierre del contrato. Funciona como una especie de garantía, pues el productor puede programar mejor su producción, en cuanto el cliente puede anticiparse y fijar sus precios para la venta,

principalmente en periodos que preceden a las principales fechas de venta del sector, como el día de la madre, el día de los enamorados y Navidad.

c) Comercialización virtual

Funciona básicamente como un banco de datos informatizado sobre los productos disponibles. El sistema es alimentado por productores, que disponen la información sobre cantidad, calidad, precio y plazo de entrega. Los clientes, por su parte, consultan estas informaciones a través de internet o vía terminales fijos, siendo informados sobre varias ofertas y pudiendo cerrar negocios. Este sistema esta actualmente operando en la Cooperativa Veiling Holambra y en la Cooperflora.

d) Ceasa / Centrales de Distribución

Es el sistema de comercialización más antiguo y tradicional, donde los productores están uno al lado del otro, ofreciendo su producto a los clientes. Este sistema es conocido como venta “en la piedra”. Son espacios de 20 a 50 m2 cada uno, donde los productos están expuestos en condiciones precarias. Operan dos veces por semana “en la piedra” y otras dos veces al aire libre, y atienden tanto a clientes mayoristas y minoristas, como consumidores finales.

La distribución minorista de flores y plantas ornamentales en Brasil cuenta con cerca de 18 mil puntos de venta. El Estado de Sao Paulo representa cerca del 40% de todo el consumo nacional, en cuanto que apenas la ciudad de Sao Paulo absorbe cerca del 25% de toda la demanda de esas mercancías.

En termino de facturación, las flores en vaso representan el 50% de los movimientos en la cadena de distribución; las flores de corte el 40%, y las plantas verdes el 10% (no incluye las palmeras, los árboles ni arbustos para paisajismo) (IBRAFLOR, 2010)

Por lo tanto, en los últimos años, la producción y comercialización de flores y plantas ornamentales a crecido considerablemente en todo el mundo; y esta expansión se debió en partes, por la disminución de las barreras políticas y tecnológicas, la mejorara de la infraestructura y el reconocimiento por muchos países en desarrollo de que la floricultura puede ser una importante fuente de ingresos (GORSEL, 1994).

Según SHILLER (2000), debido al fuerte crecimiento de la producción en América Latina, África y algunos países asiáticos, el aumento del volumen de productos relacionados con la floricultura, especialmente las flores cortadas, estaría causando rápidos cambios a nivel mundial, tales como una mayor diversidad de especies y cultivares. Sin embargo, según GORSEL (1994), estos cambios se produjeron paralelamente al aumento de la demanda productos de calidad, que, según (VONK NOORDEGRAAF, 2000), para poder ser suministrada seria necesario desarrollar nuevos conocimientos y / o nuevas tecnologías. Por lo tanto, debemos aumentar el desarrollo de técnicas que prolonguen la vida útil de los flores y aseguren el mantenimiento de la calidad, que puede obtenerse con un correcto manejo postcosecha de las flores cortadas.

Aunque hay una gran cantidad de plantas ornamentales, el mercado siempre demanda nuevos productos. VONK NOORDEGRAAF (2000) informó de que los Países Bajos se presenta anualmente entre 800-1000 nuevos productos para satisfacer la floristería, la mayoría de los cuales son nuevas variedades, que contribuyen a la creciente demanda de plantas ornamentales. Sin embargo, el mercado mundial ha demostrado estar saturado de plantas ornamentales tradicionalmente utilizadas hasta hoy, lo que proporciona una oportunidad para la producción de especies tropicales (CASTRO y GRAZIANO, 1997). Siguiendo esta tendencia, el cultivo de anturios está mostrando un aumento de su importancia económica internacional como planta en maceta y flores de corte, que, según VAN HERK et al. (1998), se debió a su competitividad en el mercado, su nivel tecnológico de cultivo y a través de la introducción de nuevas variedades, recordando siempre que los anturios, según MATSUMOTO, WATSON & HIGAKI (1968), son especiales, porque sus flores impresionan a los consumidores con su textura, brillo, color diverso, forma exótica y su longevidad.

2.3 El anturio

Los anturios pertenece a la familia Araceae, que comprende unos 115 géneros y 2.000 especies, la mayoría de las cuales son nativas de los trópicos (CLAY y HUBBARD, 1977). Las aráceas son plantas terrestres, epífitas o hemiepífitas, que viven en los troncos de los árboles, en grietas de rocas o sobre ellas, en diferentes tipos de suelos o en ambientes acuáticos. Las cuales pueden ser aéreas trepadoras, arborescentes, erectas, rastreras o con raíces subterráneas (rizoma o tubérculo) y sus raíces son adventicias como en las monocotiledóneas (SAKURAGUI, 1994). Una característica común de las Araceae es su inflorescencia típica en forma de cáliz, constituida por la espata y el espádice (VAN Herk etc. 1998).

En Brasil, las aráceas se utilizan como ornamentales por su belleza y exuberancia, siendo cultivadas en interiores y al aire libre (MATTHES y CASTRO, 1989).

Entre los géneros de esta familia, se encuentra el género *Anthurium*, del cual forma parte el anturio (BOGNER & NICOLSON, 1991). El nombre del género proviene del griego palabras *Anthurium* , "Anthos" y "oura", que significan flor y cola respectivamente, lo que significa "flor cola "(SOUZA, 1963; CLAY y HUBBARD, 1977; VAN HERK etc. 1998).

El género *Anthurium* cuenta con más de 600 especies según Souza (1958), y este número seguramente sea mayor hoy en día, ya que con cierta frecuencia se encuentran nuevas especies, como GONÇALVES (2005) que describió una nueva especie (*Anthurium viridispatum*) encontrada en el estado de Espírito Santo, Brasil. Según MATTHES & CASTRO (1989), se destaca para flores de corte la producción de *Anthurium andreanum* Lindl. que, según SAKURAGUI (1994), se convirtió en una importante fuente de ingresos para la población en Hawai. Entre las especies conocidas, *A. andreanum* Lindl. es el más popular de todos los géneros, destacándose de los demás por el tamaño, el color y la longevidad de sus flores (MATTHES & CASTRO, 1989).

Según (CLAY y HUBBARD, 1977), durante una excursión en 1876, una nueva especie de *Anthurium* fue hallada por el botánico Joseph J. Triana, en la región occidental andina, en las selvas de Colombia y Ecuador, que envió

muestras a un botánico francés Edouard F. Andrew, en 1876, quien lo bautizó como "*andreadum*" ;y más tarde, un productor belga, Jean Linden, compró los primeros ejemplares de esta especie para cultivarlos y comercializarlos (VAN HERK etc. 1998).

Como MATTHES & CASTRO (1989), la flor de anturio está compuesta por el conjunto formado por una hoja modificada, colorida, denominada espata, y por una inflorescencia tipo espiga, denominada espádice, donde decenas de pequeñas flores están agrupadas siguiendo un espiral, que, según VAN HERK etc.(1998), son andrógenas y protogínicas. Según PAULL y GOO (1985), el tamaño, forma y color de espata determina el valor comercial de las flores; además de que el tamaño y orientación del espádice son criterios adicionales de calidad.

El tallo de esta planta es compacto, ascendente, sarmentoso o arborescente, con entrenudos generalmente cortos que emiten raíces aéreas. La corona de la planta está formada por rosetas de los pecíolos de las flores y de los tallos florales, siendo, estas últimas, encontradas en las axilas de las hojas, que son verdes, coriáceas, enteras, partidas o lobuladas, muy variados en forma y tamaño, con un nervio central más destacado y otros nervios laterales que se dirigen a los márgenes y se unen formando un contorno más o menos nítido (SOUZA, 1963). Las hojas *A. andreadum* se caracterizan por ser cortadas, ovado-lanceoladas y planas (SOUZA, 1958).

Como en la hoja, también existe una gran variación de las inflorescencias, que es determinada por la forma, color y tamaño de la espata y el espádice. La espata puede ser de forma ovalada, elíptica o lanceolada, de aspecto coriáceo, persistente, expandida (como la forma de una lengua) o con forma de cúpula (como la forma de una concha). El espádice puede ser cilíndrico o cónico, erecto, ligeramente curvado, torcido o estirado. Su fruto es una baya con varias formas, colores y tamaños (SOUZA, 1963).

Según WATSON y SHIRAKAWA (1967), la epidermis superior e inferior de la espata está cubierta con una capa de cutícula y los estomas están ubicados sólo en la superficie inferior.

Los anturios se puede dividir en dos clases principales: anturios de follaje y anturios de flor. La primera clase está formada por los anturios cultivados exclusivamente por el efecto y la forma de su follaje, por el diseño

de los nervios de las hojas en contraste con el fondo más oscuro del limbo. Por lo general, se dice que los de anturios de follaje no producen flores, porque sus brácteas (espatas) son pequeñas, verdes y no tienen color llamativo. La segunda clase, que son los anturios de flor, tienen como origen de su denominación el hecho de que producen grandes brácteas, vistosa y colorida (SOUZA, 1963).

Según VAN HERK etc. (1998) y MATTHES y CASTRO (1989), el anturio puede producir flores durante todo el año. En principio, a partir de cierta edad de la planta, esta tendría una flor en la axila de cada hoja, con un desarrollo dependiente de las condiciones ambientales y nutricionales a las que la planta fuera sometida.

Por lo general, cada planta produce entre 5-12 flores por año, pero las variedades comerciales, puede producir entre 8 y 10 flores por año (LOPES & MANTOVANI, 1980). Sin embargo, la mayor productividad de hojas y flores ocurre durante el verano, cuando la temperatura y la humedad son más altas (MATTHES & CASTRO, 1989).

Por lo tanto, comercialmente, *A. andreanum* Lindl. es la principal especie de cultivo, apreciado por sus flores, y encontrándose como flor de corte y planta en maceta; sin embargo, otras especies se destacan por su follaje, como *A. crystallinum* y *A. hookeri*, que son utilizadas en jardinería, o *A. scherzerianum* que se puede encontrar fácilmente en el mercado, comercializada como una planta de flor en maceta, empleada en la decoración de interiores.

2.4 Situación del mercado del anturio

Las especies de anturio se encuentran en regiones con una gran amplitud climática, de las zonas secas del oeste de México hasta las selvas tropicales de América del Sur, a alturas entre 3.000 metros y el nivel del mar. Hasta ahora el desarrollo máximo del género ocupa principalmente los Andes y América Central y del Sur, entre 10 ° de longitud y 5 ° de latitud ya una

temperatura mínima de 15 ° C (VAN HERK etc. 1998). En Brasil, estas especies fueron encontradas desde los bosques de la Sierra del Mar hasta las fronteras de Río Grande del Sur y en las laderas más húmedas de las montañas del país (PREISS, 1938).

En Hawai, el anturio comenzó a ser propagado como planta en maceta por medio de la multiplicación por semillas, lo que provocó una rápida pérdida de las características de las variedades originales, sin embargo, dio como resultado la obtención de una gran cantidad de fenotipos, lo que se refleja en la actual gama de colores y formas de espatas y de espádices (CARDENAS, 1997). Conforme a KAMEMOTO y NAKASONE (1963), el cultivo del *A. andreaeanum* en aquel archipiélago tuvo una evolución gradual, pasando de un hobby a una actividad comercial de flor de cortada; y los principales factores que contribuyeron a su éxito como cultivo exportador fueron: la longevidad de las flores, que es una flor exótica y de origen tropical y bajo la competencia fuera de Hawai.

En Veracruz, México, los anturios se producen como planta en maceta y flor cortada. La producción de flores se hace comúnmente con variedades holandesas en invernaderos. El variedad roja, 'Tropical' ,y la blanca 'Merengue', son las más ampliamente cultivadas, aunque otros fueron importados (CARDENAS, 1997).

El cultivo profesional de anturio en Holanda comenzó en 1956, a través de siembra. Desde 1991, el área de cultivo de anturios creció continuamente, gracias a la evolución tecnológica del cultivo, la uniformidad de las plantas y material vegetal libre de enfermedades y virus, logrado a través del uso del cultivo de tejidos, el uso de variedades mejoradas y tecnologías que han contribuido al aumento de la productividad y la expansión del mercado. En 1998, VAN HERK etc., (1998) predijo una expansión gradual en el mercado mundial de anturio, particularmente, por la llegada de nuevos y mejores cultivares.

El estímulo a la expansión mundial del cultivo de anturio, debido al desarrollo de nuevas variedades de esta especie fue confirmada entre 1998 y 2002 por el Instituto Agronómico de Campinas, con el lanzamiento de cuatro variedades y 20 selecciones de anturio para la producción de flores cortadas, y en 2003 por la empresa holandesa Anthura con el lanzamiento 14 nuevas

variedades de anturios para la producción de flores cortadas y 35 para el cultivo de plantas en macetas.

Según VONK NOORDEGRAAF (2000), el lanzamiento de una nueva variedad no siempre significa tratarse , realmente, de una novedad en el mercado, debido a que podría ser una variedad ya conocida que fue dejada en desuso durante años, y que volvió a ser apreciada, o aún podría ser la introducción de una variedad ya conocida otros países.

Como resultado de más de 20 años de trabajos de investigación, en 1998, el Instituto Agronómico de Campinas presento doce selecciones de anturio, las cuales fueron consideradas un hito en la floricultura brasileña, las cuales fueron, la Astral (ACT 154), Cananea (IAC 16 772), Eidibel (IAC O-11), Omega (IAC 14 021), Iguape (IAC 17 236), Isla (IAC 14 018), Júpiter (IAC 17 237), Juquiá (IAC 17 260), Juréia (IAC O-5), Luau (IAC N-15), Neptuno (IAC 16 770) y Ruby (IAC 14 019), cuyos colores son el coral, blanco, rosado, rojo brillante, coral, vino tinto, bicolor verde y blanco, crema blanca, coral, coral, blanco, vino tinto y rojo oscuro, respectivamente (TOMBOLATO etc..., 2002b).

Según TOMBOLATO et al. (1998), estas selecciones de anturio de 1998 del Instituto Agronómico de Campinas, se desarrollaron a través del uso de tecnología nacional, lo que demostró el potencial de esta actividad en Brasil.

En la actualidad, de las doce selecciones IAC de anturios de 1998, cuatro de ellas fueron consideradas variedades: "IAC Astral" (IAC 154), "IAC Cananéia" (IAC 16 772), IAC Eidibel' (El IAC-11) e IAC Omega '(IAC 14 021).

En continuación con el trabajo de selección de anturios el Instituto Agronómico de Campinas, en 2002 presentó una nueva selección, denominada "Tribus Indígenas Brasileñas". Esta nueva serie se compone de doce nuevas selecciones: Aikanã (IAC NL 79) de color verde; Apalai (IAC NK 130), de color rojo claro; Arawak (IAC NK 142-143-144) de color blanco con los nervios rosas; lanomami (IAC 84-85-86-87) bicolor, naranja con bordes verdes; Kauê (IAC NK151-152) de color marrón; Kina (IAC NM 70) de color verde con nervios marrones; Krahô (IAC NK 10), de color rojo; Krenak (IAC NL 89-90) bicolor, blanco con bordes verdes; Parakanã (IAC 50-51), de color blanco; Terena (IAC 154-155-156) bicolor, rosa con bordes verdes; Xavante (IAC NK 129 -131) bicolor, salmón con bordes verdes; y Zoe (IAC NM 157-158 - 159) de color rosa (TOMBOLATO etc...., 2002b).

Otros países productores y exportadores de flores cortadas de anturio también están trabajando en la obtención de nuevas variedades, debido a la importancia de adecuarse a las exigencias del mercado, sobre todo internacional, y buscando la mejora de la productividad. Por ejemplo en la Universidad “Los Banos” de Filipinas ROSARIO y AURIGUE (2009) presentaron dos nuevas variedades, la “UPLB White” y “Eternity”.

Según MATTHES y CASTRO (1989), en Brasil el cultivo de anturio expandió en el Estado de Sao Paulo, principalmente en el Valle de Ribeira, región con condiciones medioambientales favorables para su desarrollo, pero que estaba siendo desarrollado de forma tradicional, con plantas obtenidas por propagación sexual (TOMBOLATO, QUIRINO y COSTA, 1998).

Entre las variedades brasileñas de Anturio, la IAC “Eidibel” se destacó en relación con otras por su forma, color y brillo, y es actualmente la más cultivada en la región del Valle de Ribeira.

En 1998, la producción de anturios en el Valle de Ribeira ocupaba un área de 35 ha, con una producción media de 350.000 docenas de flores por año; en 1999, se comercializaron en CEAGESP / SP, unos 240 mil docenas, con precios en torno a 7-8 reales, y el pico del precio fue en el mes de diciembre (11,91 reales.). En CEASA de Campinas, la oferta de anturio ha aumentado año a año. En 1998, los picos de oferta se observaron en los meses de diciembre y de marzo a julio, con cerca de 3.404 docenas comercializadas (TOMBOLATO etc. 2002a).

En relación con las exportaciones brasileñas de anturio, los principales países importadores son Holanda, Alemania, Italia, Japón, Estados Unidos y los países nórdicos (CASTRO, 1984).

2.5 Propagación

Por la gran facilidad de cruzamiento, hay muchos híbridos y variedades en el mercado. Sin embargo, según CLAY y HUBBARD (1977), menos de una décima parte de las especies de Anturio existentes se cultivan a escala comercial.

Por ser una planta de fecundación cruzada, el Anturio es habitualmente multiplicado por semillas, teniendo como consecuencia progenies muy heterogéneas, por lo tanto, cobran gran importancia los métodos de propagación vegetativa (TOMBOLATO, etc. 1998).

En la propagación comercial de esta especie se debe preferir, por lo tanto, el uso de propagación vegetativa, que se puede hacer por hijuelos, por esquejes, y en la actualidad a través de la utilización de la técnica de cultivo in vitro, en la que se obtienen miles de plantas idénticas, libres de enfermedades y que tienen uniformidad de cultivo, producción y calidad floral. Sin embargo, esas ventajas que ofrecen las plantas producidas por este método, solo se pondrán de manifiesto si el cultivo se lleva a cabo según las recomendaciones técnicas para el cultivo.

La propagación por hijuelos es la más simple, que consiste en la separación de plántulas que se forman a lo largo del tallo y aquellas que se formaron bajo tierra y emergen a la superficie. En el método por esquejes, el tallo se divide en trozos de 10 a 15 cm de longitud, de los cuales, después de su plantación, surgirán nuevos brotes; sin embargo, de acuerdo con SOUZA (1963), este método solo se utilizaba cuando la planta era vieja y muy alta.

Según TOMBOLATO, etc.(1998), existe un gran interés en obtener plantas uniformes, que presenten calidad de floral y una alta productividad. Por lo tanto, la producción de grandes cantidades de estas plantas sólo es posible mediante el cultivo in vitro, ya que el método tradicional de propagación solo se pueden obtener algunas plántulas anualmente.

A mediados de los años 90, en Brasil, debido a la lenta propagación de los anturios por las formas tradicionales (semillas, hijuelos o esquejes), no había uniformidad en la comercialización del producto. Por lo tanto, predominaba la variedad de colores, formas y los tamaños de las flores. Si es verdad que esa gama de tipos representa un interesante material genético, el uniformidad varietal, podría resolver varios problemas de la producción y de la comercialización de los productos (TOMBOLATO, etc.1998).

Sin embargo, actualmente, en la región del Valle do Ribeira, aún predomina la propagación tradicional de anturio, sin embargo, parte de los productores iniciaron hace unos años, la adquisición de selecciones de plántulas o variedades de anturios nacionales obtenidas por multiplicando in

vitro, lo que se refleja en una producción más uniforme (en especial, color y forma), pero que por el uso inadecuado de las recomendaciones para el cultivo de esas especies y la falta de la normalización de la clasificación de anturios en el mercado brasileño, predominante en aquella región, hace que la comercialización y vida postcosecha de esta flor sea deficiente.

2.6 Cultivo

La planta anturio del anturio crece de manera natural epifíticamente (sobre árboles), epilíticamente (sobre rocas) o sobre tierra. Sin embargo, no son plantas parásitas, utilizan los tallos de una planta huésped sólo como apoyo para el crecimiento, por lo tanto, sería necesario para su cultivo la utilización de un sustrato bien aireado (VAN HERK, etc. 1998).

Según SOUZA, etc.(1995), de las características físicas, la aireación y retención de humedad son las propiedades más importantes de un sustrato, el cual debe proporcionar la suficiente porosidad para permitir su oxigenación.

En Veracruz (México), las plantas de anturio eran cultivadas en "malque" (helechos fosilizados), o en una mezcla de suelo forestal y fragmentos de madera descompuesta a una densidad de 7 plantas por metro cuadrado (CÁRDENAS, 1997).

Siendo de origen tropical, el anturio se adaptaría bien a las condiciones de temperatura predominantes en gran parte de Brasil. Sin embargo, para su desarrollo, son preferibles regiones donde la temperatura mínima nocturna se mantenga por encima de 18 °C y la máxima diurna no sea superior a 35 °C. La temperatura diurna ideal sería entre los 20 ° C y 28 ° C y la nocturna, 18 °C. La humedad relativa en los días de sol debe ser superior al 50%, en los días nublados del 70% al 80%, y un máximo del 90% de humedad relativa es recomendable durante la noche (VAN HERK etc.1998).

El cultivo de anturio debe hacerse en lugares protegidos de la luz solar directa, variando el grado de sombreado conforme a la edad de la planta y a las condiciones climáticas predominantes en el lugar, sobre todo la temperatura y la luz (VAN HERK etc. 1998).

Según HIGAKI etc.(1973), los requisitos de sombra están entre el 50% y 90%. Sombreado insuficiente ocasiona daños en las hojas y a menudo la muerte de la planta. Alta incidencia de la luz ocasiona quemaduras en las hojas y flores, con la pérdida del verde de las hojas y creando manchas de color amarillo en las regiones expuestas. La falta de luz solar, por el contrario, contribuye a la producción inflorescencias con colores más acentuados y brillantes, pero el crecimiento de las plantas es deficiente formando tallos largos y débiles. En ambos extremos hay una reducción de la floración.

La utilización de mallas de nylon que proporcionan del 70% al 80% sombreado es aconsejable debido a su máxima eficiencia para el cultivo y la protección de anturios (CASTRO, PEDRO JR, etc. 1987). Sin embargo, en regiones con muchos días nublados durante el año, una malla muy oscura podría reducir mucho la luminosidad dentro del invernadero. Lo adecuado, por lo tanto, sería el uso de dos pantallas, una fija del 40% de sombreado y una de 60% móvil, que se extenderá en los días de luz solar intensa y sería recogida durante los días nublados. De esta manera, estimularía un aumento de la productividad de hasta un 80% (VAN HERK etc.1998).

El riego puede ser por aspersión o por goteo, siendo necesario que el sustrato este permanentemente húmedo (LOPES & MANTOVANI, 1980).

El anturio es muy exigente en términos nutricionales, especialmente en los dos primeros años de cultivo (NOGUEIRA, etc. 1980). Entre los principales macronutrientes necesarios, se destacan el nitrógeno, el potasio y el calcio. Para el cultivo esta especie, se emplean tanto los abonos orgánicos como sintético, cuya cantidad depende del análisis del suelo y las condiciones de luz y temperatura (MATTHES y CASTRO, 1989).

La recomendación de JAWAHARLAL y PADMADEVI (2007) para la fertilización foliar química es una solución NPK (30:10:10) a una concentración del 0,05%, pulverizando las plantas dos veces por semana durante los primeros cuatro años de edad. A partir de esa edad recomiendan pulverizar las plantas solo una vez por semana con esa misma solución, solo que al 0,5% de concentración.

Para el aumento de la longitud del pedúnculo, el tamaño de la espata, el número de flores de la planta, la masa de la flor y la precocidad de floración,

recomiendan la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en dosis de 30, 20 y 50 g/m² respectivamente. Estas aplicaciones deberán de hacerse a los 3, 6 y 9 meses después de la plantación.

MATTHES (1997) para la fertilización química recomienda la aplicación de 200kg/ha de nitrógeno y de 50 kg/ha a 150kg/ha de fósforo (P₂O₅) y de potasio (K₂O), siempre con base a un análisis de suelo

JAWAHARLAL y PADMADEVI (2007) citan el calcio, magnesio y azufre elementos importantes para la nutrición de anturios. La deficiencia de calcio causa decoloración de la espata, aunque esa carencia según SINGH (2006) puede ser corregida con la aplicación de nitrato cálcico a una concentración de 5 g/m².

El pH del medio de cultivo influye en el crecimiento y la producción del anturio, sin embargo, la nutrición y la aireación del suelo son, probablemente, los dos factores más importantes en el cultivo esta especie (NAKASONE y KAMEMOTO, 1957).

De acuerdo con TOMBOLATO etc.(2004),e pH para el cultivo tradicional puede oscilar entre 5,2 y 6,2.

Según TOMBOLATO etc. (2002a), el cultivo puede ser en banquetas formadas por una mezcla de suelo y materia orgánica, en canaletas, en macetas en cultivo sin suelo (hidropónico).

LEME (2008), utilizo un sistema hidropónico para el cultivo de anturio, y observó un aumento de la precocidad de un 50% en el inicio de la floración en comparación con otros autores. En ese estudio las plantas florecieron a los 9 meses de su plantación. En ese mismo estudio también obtuvieron una alta precocidad en la obtención de flores comerciales, reduciendo el tiempo necesario de los 24 meses habituales a 13 meses.

Para el cultivo comercial, ANTHURA (2007b) aconseja el uso de sistemas de producción que utilicen sustratos comerciales como medio de crecimiento de las plantas, sin que haya contacto directo con el suelo, para evitar que las enfermedades y plagas del suelo puedan contaminar y afectar a las raíces.

De este modo, el sustrato ideal es aquel que presenta partículas gruesas, que contribuirán a que haya una buena porosidad, lo que posibilita

que haya un buen drenaje; y partículas finas, que facilitan el mantenimiento y una buena distribución del agua y los nutrientes (ANTHURA, 2007a).

En este contexto, la hidroponía es un sistema de cultivo que atiende a estas características citadas anteriormente. En Brasil, el cultivo hidropónico de anturio es de implantación reciente. Los principales sistemas utilizados son: banquetas, en macetas y en canaletas (TOMBOLATO etc. 2004)

En el cultivo hidropónico en canaletas, estas son cubiertas con film de polietileno y sobre este es colocado el sustrato, que puede ser inerte (lana de roca, arlita, etc..) o no inerte (fibra de coco). Según MAIA NETO, etc..(2004), las propiedades físico-químicas (capacidad de intercambio catiónico, pH, conductividad eléctrica, porosidad, capacidad de retención de agua y aireación) de la fibra de coco son adecuadas para el cultivo del anturio, siendo esta la que mejor resultado dio en su experimento. LEME (2008) tuvo un buen resultado en su estudio de producción de flores con este sustrato. Sin embargo es importante citar que en ese mismo, estudio un año después de la implantación del cultivo, tuvo que hacerse una nueva aportación de sustrato debido a la compactación del mismo, que dejó el sistema radicular expuesto.

Se pueden utilizar distintos sistemas de irrigación, pero el sistema por goteo es el que posee mejor eficiencia por que aplica la solución nutritiva directamente en la región radicular (TOMBOLATO, etc.2004)

La composición de la solución nutritiva recomendada para el cultivo de anturio según WANG, etc. (2009) se encuentra en la siguiente tabla. En la tabla 1 se dispone de los rangos de concentración recomendados para cada elemento, así como la composición que dio mejores resultados.

Elemento	Rangos de la solución	Solución preferida
Nitrogeno (N, mmol/l)	7,32-8,51	7,5
Fósforo (P, mmol/l)	0,98-1,47	1
Potasio (K, mmol/l)	4,44-5,05	4,5
Calcio (Ca, mmol/l)	0,8-4,5	0,8
Magnesio (Mg, mmol/l)	0,81-1,5	1,5
Azufre (S, mmol/l)	1,46-1,61	1,5
Hierro (Fe, μ mol/l)	14,5-15,04	15
Boro (B, μ mol/l)	9-20,05	9
Zinc (Zn, μ mol/l)	3-3,12	3
Manganesio (Mn, μ mol/l)	2,96-3	3
Cobre (Cu, μ mol/l)	0,482-0,76	0,5
Molibdeno (Mo, μ mol/l)	0,5-0,78	0,5

Tabla 1: Composición de la solución nutritiva (WANG, etc. 2009)

Hay que tener en cuenta que pueden ocurrir desordenes fisiológicos cuando el cultivo se lleva a cabo en ambientes propicios a la ocurrencia de salinidad, como lo es el cultivo hidropónico. Causada, posiblemente, por la falta de homogeneidad en la distribución de la solución nutritiva (SONNEVELD, 2000).

En el anturio, la salinidad puede causar vitrificación, que puede ser controlada por el aumento de la conductividad eléctrica (CONNEVELD y STRAVER, 1994)

Por lo tanto, para el cultivo del anturio es preferible regiones donde la temperatura mínima nocturna esté por encima de 18°C durante el día la temperatura máxima no exceda los 35 °C, la temperatura ideal durante el día entre los 20 ° C y 28 ° C. La humedad relativa en los días soleados debe ser superior al 50%, en los días nublados debe estar entre el 70% y el 80% y puede llegar hasta el 90% durante la noche. Su cultivo debe estar en locales protegidos de la luz solar directa, se recomienda un sombreado entre el 50% y 90%; se puede cultivar en camas a base de tierra y materia orgánica, en canaletas, en maceta o en cultivo hidropónico. En la región de Holambra, que cuenta con la agricultura más desarrollada del Estado de Sao Paulo, es muy común el uso cada vez mayor del cultivo sin suelo (hidroponía y fertirrigación) para la producción de flores cortadas de anturio.

2.7 Problemas fitosanitarios

2.7.1 Plagas

Las principales plagas que afectan al cultivo del anturio son:

Ácaros:

Cuando se produce un ataque de araña (*Tetranychus urticae*, *Polyphagotarsonemus latus*) al principio se pueden apreciar unos punteados decolorados, mates y unas manchas amarillas que posteriormente pueden afectar a toda la hoja la cual se abarquilla, se seca y puede llegar a caerse. Las hojas afectadas presentan una zona amarillenta en el haz que se corresponde con la existencia de colonias de esta plaga en el envés de la hoja. Si el ataque es fuerte puede afectar a las flores en forma de manchas marrones en las espatas, formándose telarañas que cubren la planta y pudiendo ocasionar la defoliación de la planta. Sus ataques se ven favorecidos por ambientes cálidos y secos.

Es importante controlar los primeros ataques antes de que la plaga se extienda. Para su control químico se realizan aplicaciones a base de abamectina, dicofol, clofentezin, fembutestan, etc. Pero teniendo la precaución de ir alternando las diferentes materias activas para evitar resistencias y siempre haciendo una prueba previa, ya que algunas de estas materias activas pueden resultar fitotóxicas para el cultivo.

También se puede realizar un control biológico con enemigos naturales tales como *Amblyseius californicus* y *Phytoseiulus persimilis*.

Trips:

El principal es *Frankliniella occidentalis*. Sus picaduras al succionar la

savia producen manchas marrones y necrosis en hojas y flores devaluándolas comercialmente. Para su detección se utilizan placas cromáticas de color azul.

Para su control biológico se pueden utilizar *Amblyseius cucumeris*, *Amblyseius swirskii*, *Orius laevigatus*, y *Hypoaspis miles*; con estos enemigos naturales se ejerce control de las fases que se desarrollan en el sustrato. Para su control químico debemos alternar diferentes materias activas tales como formetanato, spinosad, metiocarb, etc.

Mosca blanca:

Se trata de *Trialeurodes vaporariorum* y de *Bemisia tabaci* las cuales succionan los contenidos celulares lo que provoca decoloraciones de las hojas. También segregan melaza, lo que ocasiona la proliferación de hongos como la negrilla.

Su control biológico se puede realizar con *Eretmocerus mundus* y *Eretmocerus eremicus* y *Encarsia formosa*. Para su control químico se pueden usar metomilo, imidacloprid, buprofezín, etc.

Además de las plagas anteriores existen otras que también afectan a este cultivo aunque su repercusión es menor, entre ellas tenemos **pulgones** (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, etc), **orugas** (*Spodoptera exigua*, *Chrysodeixis chalcites*, etc.), **nemátodos** (*Pratylenchus infestans*, *Meloidogyne spp*, etc), **cochinillas**, **caracoles**, etc.

Cabe destacar aquí que todo el control de plagas en un cultivo de anturio se puede realizar a través de organismos auxiliares y teniendo que recurrir a la aplicación de productos químicos solamente en contadas ocasiones y dirigidos a los focos donde aparece la plaga, obteniendo de ésta forma unas producciones respetuosas con el medio ambiente.

2.7.2 Enfermedades fúngicas

Las que mayor importancia representan en el cultivo del anturio son:

Podredumbre radicular:

Ocasionada generalmente por ataques de los hongos *Pythium spp.* y *Phytophthora spp.* Sus síntomas se manifiestan en que los bordes de las hojas amarillean, deteriorándose rápidamente, mientras el centro continua intacto; seguidamente las hojas cuelgan lánguidamente y se vuelven quebradizas. Las infecciones iniciales en las raíces son de color grisáceo y pequeñas que pueden ampliarse rápidamente tomando un color marrón, para afectar posteriormente a todo el sistema radicular. Llegado este punto las hojas se marchitan, amarillean y la planta se puede morir. Si se observa las raíces de las plantas afectadas, el centro de las mismas permanece todavía intacto.

Normalmente las podredumbres radiculares se presentan cuando las circunstancias en que se desarrollan las raíces no son las mejores, bien por frío o bien por que el sustrato se encuentra demasiado húmedo o excesivamente seco.

El control de esta enfermedad se puede realizar con aplicaciones a base de oxamilo, fosetil aluminio, etc.

Antracnosis:

El hongo causante de esta enfermedad es el *Colletotrichum gloeosporioides*, que en circunstancias de exceso de humedad provoca manchas negras en las hojas, mientras que si el ambiente es seco se producen manchas húmedas de color marrón en el borde de las hojas. También puede afectar a la base de las hojas y al espádice, donde se aprecian puntos parduscos, llegando a volverse todo el espádice de color negro.

Para el control químico se ha comprobado la eficacia de compuestos

como metileugenol o 5-fenil-1,3-pentadine (MEEPAGALA, 2002)

Septoria:

Causada por el hongo *Septoria anthurii*, produce manchas irregulares de color gris pardo, con el centro muerto de color marrón y con los bordes amarillos. Su control químico se puede llevar a cabo con captan, clortalonil (preventivo), etc.

Otros hongos que en menor medida pueden afectar al cultivo del anturio son *Botrytis cinerea*, *Cylindrocarpom destructans*, *Fusarium spp*, *Rhizoctonia spp*, etc.

2.7.3 Enfermedades bacterianas

Es muy importante establecer medidas de lucha preventiva contra estas enfermedades por que, una vez que hacen su presencia, su control es muy difícil.

Xanthomonas campestris pv. dieffenbachiae:

Los primeros síntomas de la presencia de esta bacteria aparecen en el borde de las hojas y en las espatas, en forma de pequeñas manchas acuosas, primeramente traslucidas amarillentas para posteriormente tornarse a un color marrón en el centro y amarillento en los bordes. Estas pequeñas manchas se unen formando zonas necróticas grandes en el borde de las hojas y pudiendo afectar a toda la hoja. La bacteria puede invadir los tejidos vasculares finos de los pecíolos y de los tallos impidiendo el desplazamiento de alimentos y agua a través de la planta, motivo por el cual las hojas amarillean y las flores son de color pálido. Los tallos afectados se vuelven de color marrón oscuro y se produce la muerte de la planta.

Erwinia carotovora:

Afecta principalmente a plantas jóvenes y se manifiesta por la coloración

amarilla de la hoja que comienza en la base del tallo y se extiende por los nervios principales. Es muy característico el fuerte olor que se produce en las podredumbres surgidas en la base de los tallos.

Pseudomonas spp:

Sus síntomas se manifiestan como manchas negras con el filo amarillo que se producen generalmente al lado de los nervios y a veces limitadas por estos.

Otros de los problemas que se pueden suscitar en el cultivo del anturio son las virosis de las que destacan por su importancia la causada por el virus del bronceado del tomate (TSWV), transmitido por *Frankliniella occidentales*.

Las medidas de control que se deben tomar para el control de las enfermedades bacterianas y virosis son de carácter preventivo y se basan en las labores culturales. Los cuidados a tener en cuenta son los siguientes:

- No regar a menos que sea estrictamente necesario y en todo caso no mojar las hojas ni las flores.
- Mantener las medidas higiénicas de forma estricta.
- No usar abonos nitrogenados a base de nitrógeno amoniacal.
- Utilizar un cuchillo por banqueta para cortar las flores y las hojas, siendo este diferente al usado en otras banquetas y desinfectarlo después de realizar estas operaciones.
- Retirar las plantas afectadas por la enfermedad en bolsas de plástico debidamente cerradas al exterior del invernadero.

Se recuerda que para la aplicación de las materias activas aquí recomendadas u otras no citadas aquí, antes de su utilización se deben consultar si están registrados sus usos para este cultivo, dado la variabilidad y rapidez de cambio

que sufren las mismas en el Registro de Productos Fitosanitarios (INFOAGRO, 2010).

2.8 Cosecha

El proceso de recolección es manual, con la ayuda de cuchillos afilados o tijeras, el cual se hace dos o tres veces a la semana, teniendo en cuenta el número de plantas en el cultivo, la demanda del mercado y el punto de cosecha (LOPES & MANTOVANI, 1980).

Según KAMEMOTO (1962), el cambio de color del espádice indicaría la receptividad de los estigmas, donde, la proporción de flores abiertas en el espádice determina la madurez de la flor del anturio, cuya apertura se produce desde la base hasta el ápice, lo torna el espádice áspero (REID y DODGE, 2001).

Según REID y DODGE (2001), aunque los productores de algunos países cosechen los anturios con cuatro quintas partes de la espádice con flores maduras, los productores de Hawai cosechan cuando las tres cuartas partes de las flores del espádice alcanza la madurez y lo que está en consonancia con las recomendaciones de KAMEMOTO (1962). Sin embargo, en Hawai, las flores para la exportación se cosechan cuando por lo menos tienen un tercio de las flores del espádice abiertas (PAULL, 1982).

Bajo las recomendaciones de LOPES y MANTOVANI (1980), los anturios deben ser cosechados cuando dos tercios de las flores estén maduras, y teniendo también en cuenta la rigidez del pedúnculo justo por debajo de la espata, para evitar la quiebra de esta, y la expansión total de la espata.

REID y DODGE (2001) no recomiendan cosechas tempranas, ya que reduce la vida post-cosecha del anturio, que, según LOPES y MANTOVANI (1980) causaría pérdidas, porque no hay expansión total de la espata, contribuyendo así al marchitamiento de la flor. Cosechas tardías también comprometerían el mantenimiento de la calidad de la flor por un largo período. En la mayoría de los casos cuando el punto de cosecha no es el

recomendable, el producto es visualmente aceptable y se comercializa, pero, sin embargo, por tener una vida corta, resulta en una pérdida de satisfacción por parte de los consumidores.

Según NOORDEGRAAF (1997), después de la cosecha, la calidad de las flores no pueden aumentar, solo disminuye. Por lo tanto, un factor importante sería, tan pronto como las flores fueran cogidas, que fuesen colocadas en agua para que no se produzca pérdida de turgencia (LOPES & MANTOVANI, 1980). Por otro lado, según LEAL y CORTEZ (1998a), el producto debe ser cosechado, sacado del campo y llevado a un sitio cubierto y protegido, donde se llevaría a cabo la fase de post-cosecha.

En la región del Valle do Ribeira la mayoría de la producción de anturios se deriva de propagación sexual, lo cual dificulta la cosecha de sus flores, porque tienen diferentes colores, formas y tamaños y diferentes etapas de maduración, lo que dificulta su embalaje, ya que las flores no tienen patrones de clasificación. Por otro lado, en esta región algunos agricultores empezaron a cultivar variedades nacionales, lo que se refleja en una mejora en términos de uniformidad de color, tamaño y forma, permitiendo la clasificación de las flores de acuerdo con las normas.

Aunque existen normas de clasificación internacionales y los productores nacionales poseen un sistema de clasificación, hay una amplia variación en la presentación de las flores de esta especie, de un productor a otro.

2.9 Manejo de postcosecha

Las plantas ornamentales, sobre todo las flores cortadas, tienen una vida útil muy limitada. Las flores se deterioran, como sucede con las frutas y hortalizas, a causa de los procesos fisiológicos catabólicos que ocurren con mayor intensidad durante esta fase (HARDENBURG, etc.1988).

La longevidad de las flores es determinada por varios factores pre y post cosecha, y está relacionada también con las características genéticas y

anatómicas de cada especie y de los diferentes cultivares (NOWAK y RUDNICK, 1990).

Según HALÉVY y MAYAK (1979), no hay duda de que las condiciones de pre-cosecha afectan el comportamiento de las flores después de la cosecha. Para MATTHES y CASTRO (1989), la madurez, el sombreado del cultivo y el tipo de cultivar son algunos de estos factores pre-cosecha para conseguir una optima conservación del anturio.

Por otro lado, para que todo el proceso de formación de calidad del producto se complete con éxito, algunos factores serían necesarios, tales como: la elección correcta especies y variedades, materiales de multiplicación de buena calidad, estructuras adecuadas de producción (control de clima, automatización, fertilizantes, manejo de plagas y enfermedades, un ambiente de trabajo adecuado), así como el conocimiento de las técnicas de producción y post-cosecha, y un sistema eficiente de comercialización (MOTOS, 2000).

Las flores cortadas en todo el mundo recorren grandes distancias para llegar a su destino final: el consumidor. Así, es común que los productos producidos en un país se distribuyan en varias regiones del globo, sin embargo, se ha observado que después del transporte, la calidad de flores y plantas está lejos de la calidad optima, ya que son manejadas por varias personas. En los principales países productores y distribuidores de flores corte, se ha hecho mucho esfuerzo para la mejo de la tecnología, donde la investigación ha proporcionan una gran cantidad de información para el cuidado y manejo en la fase de post-cosecha (OLIVEIRA, 1995).

A pesar de la evolución en la producción y comercialización del anturio, gran parte del producto cosechado se pierde antes de que llegue al consumidor; debido a los daños derivados de un manejo inadecuado, las dificultades de transporte y, especialmente, el almacenamiento ineficiente. La adopción de medidas para controlar estas pérdidas se hace imprescindible, principalmente para mantener la calidad de las flores cortadas para la exportación (CASTRO, etc.1983).

Los anturios son también objeto de muchos defectos que pueden ocurrir durante el crecimiento de las flores, tales como: la decoloración y la flexión en la espata, espádice curvado o corto y tallo torcido (PAULL, 1982).

La mayor parte de la pérdida de agua de la "flor" del anturio se produce por evaporación a través del espádice, ya que es una estructura que tiene aberturas naturales (aberturas florales), por lo que la aplicación de cera para prevenir y / o reducir esta pérdida, podría mejorar la proporción de agua en las flores, y prevenir la oxidación y la necrosis del ápice, prolongando la vida útil de la flor del anturio (REID y DODGE, 2001; PAULL y GOO, 1985; SHIRAKAWA y WATSON, 1967).

BAKER (1983) constato que las flores cortadas están expuestas a estrés hídrico, cuando son sometidas a períodos de almacenamiento en seco durante el proceso de comercialización. También hizo hincapié en que las relaciones hídricas podrían estar influenciadas por reguladores crecimiento y compuestos antimicrobianos que actuaran en la absorción de agua. Con todo, el mantenimiento de un balance hídrico adecuado sería uno de los principales factores en la optimización de longevidad de las flores.

Las flores cortadas pierden agua en por los tejidos y depende de factores internos y ambientales. La pérdida de agua está relacionada con el déficit de presión y este varía en función de la temperatura, contenido de agua, luz (que causaría la apertura estomática) y la resistencia al flujo de agua, al parecer la principal causa del déficit (HALÉVY y MAYAK, 1981).

Por lo tanto, la calidad y vida postcosecha de flores del anturio es, aparentemente, limitada por desarrollo de un déficit hídrico (WATSON y SHIRAKAWA, 1967). Según PAULL Y GOO (1985), este déficit podría ser causado por la obstrucción de los tejidos del sistema vascular. En otras flores, como la rosa, varios autores aseguran que la obstrucción del sistema vascular y la rotura de sus vasos, son las principales razones de las deficiencias hídricas post-cosecha; y en su gran parte están ocasionados por las bacterias que surgen en el agua de mantenimiento (en el caso de almacenamiento húmedo) y/o las colonias que se forman en la zona de corte del tallo (ROBINSON, 2007; VAN DOORN, 1991).

Por otra parte, al cortar el tallo floral de una planta en estado de estrés hídrico, las columnas de agua en tensión podría causar burbujas de aire en los vasos terminales del xilema. Cuando estas burbujas se fijan en los cruzamientos de estos vasos, evitan el flujo de agua y la flor se marchita

(ROGERS, 1973). Según LAURIE (1936), el efecto de cortar los tallos varían con la especie vegetal en cuestión.

ELIBOX y UMAHARAN (2010) estudiaron la vida en vaso de diferentes cultivares de anturio y observaron que la diferencia de vida entre cultivares se debía a que aquellos que vivieron más, conseguían alcanzar un alto nivel de absorción de agua más rápidamente, y lo mantenían durante más tiempo.

Por lo tanto, de acuerdo con ELIBOX y UMAHARAN (2010) y REID y DODGE (2001), el final de vida útil de las flores anturios, normalmente, sería el resultado de la incapacidad de absorber la solución, acompañada por muchos cambios visibles, como la pérdida de la textura, del brillo, de la turgencia y la decoloración de la espata (azulamiento), oscurecimiento y necrosis del espádice, el colapso del tallo y abscisión de la espata y el espádice (PAULL, 1982; PAULL y GOO, 1985).

Para HALÉVY (1976) y AKAMINE y GOO (1975), la causa más común de la pérdida de calidad de las flores de corte sería el marchitamiento, lo que sería una señal de estrés hídrico, y no senescencia natural; aunque las bases de los tallos permanezcan en el agua, aparentemente sin limitaciones, cambios en la apariencia de la espata podría indicar la pérdida de agua por parte de la flor.

Según PAULL (1982), no se han utilizado ningún criterio objetivo para determinar la calidad y vida post-cosecha flores en trabajos publicados, la firmeza, la frescura y el cambio el color se utiliza a menudo en las flores cortadas como criterio para determinar la calidad y vida poscosecha flores en macetas.

KAMEMOTO (1962), no especifica el criterio utilizado, sin embargo, SHIRAKAWA, etc...(1964) y AKAMINE y GOO (1975 y 1981) utilizó el oscurecimiento o el marchitamiento del espádice, o el oscurecimiento de la espata, como indicadores deterioro de las flores.

Según TAGLIACCOZZO y CASTRO (2001), durante el proceso de senescencia de las flores de anturio la pérdida de turgencia y el brillo, de la espata y del espádice, serían los parámetros más adecuados para evaluar la calidad de las flores de estas.

Por lo tanto, existe la posibilidad de utilizar tratamientos post-cosecha, pero estos no aumentan la calidad interna de la flor, sin embargo, evitan su rápida degradación (NOORDEGRAAF, 1997).

Según HALÉVY y MAYAK (1974), no existe un tratamiento post-cosecha universal eficiente para todo tipo de flores, pero algunos tratamientos específicos podrían contribuir a mantener la calidad de ciertas flores, afectando a algunos factores importantes tales como el balance hídrico, las reservas de carbohidratos y de otros nutrientes y el balance hormonal implicado en el desarrollo y senescencia floral.

Las soluciones conservantes y/o compuestos químicos para mantener la calidad y prolongar la vida de las flores cortadas han evolucionado mucho, siendo práctica corriente en los países en los que las flores representan una importante fuente de ingresos. Entre los ingredientes empleados para la conservación de las flores cortadas se incluyen: agua, azúcares, iones minerales, germicidas, inhibidores de etileno, reguladores de crecimiento y antioxidantes (CASTRO, MATTHES y FERREIRA, 1983).

Normalmente, cuatro tipos de soluciones son utilizadas en la post-cosecha de conservación de flores cortadas y se pueden clasificar de acuerdo a la finalidad de su uso en soluciones de: acondicionado, pulsing, de inducción a la apertura floral y de mantenimiento (CASTRO, 1993).

El uso de la solución de acondicionado, antes o después del almacenamiento es considerado un tratamiento rápido de pre-transporte o almacenamiento que afecta a la fase final de la vida de las flores, prolongándose después de la transferirlas a agua o a una solución de mantenimiento. El tratamiento de pulsing es un procedimiento que satura los tejidos, utilizando para este fin, azúcares y otros productos químicos (HALÉVY y MAYAK, 1981).

El tratamiento de pulsing es especialmente beneficioso para las flores destinadas a largos períodos de almacenamiento o largas distancias de transporte, y su principal componente es sacarosa en concentraciones que van del 2% al 20% o más (NOWAK y RUDNICK, 1990).

Según MAROUSKY (1972), las características fisiológicas primarias presentadas por las flores cortadas después de la cosecha serían: el agotamiento de los hidratos de carbono y la proteólisis. La sacarosa o

conservantes que contienen hidratos de carbono sustituyen su degeneración natural, reduciendo o previniendo la proteólisis.

PAULL y GOO (1985) observaron una reducción del 25% en los niveles de almidón en anturio después de la cosecha, y los niveles totales de azúcares libres no cambió significativamente durante la senescencia.

KOFRANEK y HALÉVY (1972) relataron que entre los azúcares, la sacarosa era incluida en la mayoría de las formulaciones conservantes. La concentración óptima de azúcar varía de acuerdo con el tratamiento y la especie siendo utilizada, en general, altas concentraciones en soluciones pulsing, concentraciones intermedias en soluciones de apertura de la flor y baja concentraciones de soluciones de mantenimiento.

Para ACOCK y NICHOLS (1979), el azúcar mejora el balance hídrico y el potencial osmótico de los pétalos de las flores, y de acuerdo con Castro (1984), sacarosa exógena mantiene el volumen de materia seca y el nivel de sustratos respiratorios, especialmente en los pétalos, promoviendo la respiración y prolongando la longevidad. Por otra parte, el azúcar translocado se acumula en las flores y hojas, aumentando la concentración osmótica y disminuyendo el potencial hídrico, mejorando la capacidad de absorber y favoreciendo el mantenimiento de la turgencia de la pétalos (DOI y REID, 1995).

Otras funciones de la sacarosa, según HALÉVY y MAYAK (1981), serían la de disminuir el punto de congelación, la sensibilidad de los tejidos al *chilling* y ayudar al cierre de los estomas.

CASTRO, MATTHES y FERREIRA (1983) estudiaron la conservación poscosecha de anturios, usando soluciones que ayudaban al mantenimiento de la calidad de las flores de anturio, mediante el tratamiento con agua, sacarosa, hidroxiquinoleína, sacarosa + hidroxiquinoleína y nitrato de plata. El mejor resultado se obtuvo al utilizar sólo una solución de sacarosa al 8%, con una vida útil de tres semanas (21 días). Sin embargo, TAGLIACOZZO y CASTRO (2001) recomiendan el tratamiento pulsing utilizando una solución con un 2% de sacarosa y 200 ppm de ácido cítrico.

El uso de iones de plata en flores se debe a sus propiedades inhibitoras del desarrollo de microorganismos o por su capacidad de impedir la acción nociva del etileno tanto endógeno como exógeno(LIN, 1988 y REID, 1980;).

En anturios en el ion de plata también actuar como un agente antimicrobiano (AARTS, 1957), como para reducir los efectos del etileno en el interior del tallo (HALÉVY y MAYAK, 1981).

En 1977, el ion plata se aplicó como nitrato de plata, el cual tiene una baja movilidad y cuya acción se limita a la inhibición del crecimiento bacteriano; también se utilizó como tiosulfato de plata (STS), que es muy móvil en el tallo de la flor y tiene una acción inhibidora de la síntesis del etileno, segundo BEYER (1977).

HALÉVY y MAYAK (1981) informaron de que el STS es absorbido por el tallo, inhibía la acción de la síntesis del etileno por la capacidad de penetración más alta de los iones de plata en los compartimentos internos de la célula y los lugares de la síntesis de etileno, siendo rápidamente translocado a la parte superior del tallo de las flores a través del flujo de agua, el cual, a concentraciones efectivas no es fitotóxico (VEEN & VAN DE GEIJN, 1978).

El STS puede prolongar la vida de las flores cortadas de clavel sin azúcares añadidos, bactericidas o otros componentes comúnmente utilizados conservantes en la floricultura (NICHOLS, KOFRANEK y KUBOTA, 1982).

El etileno estimula el proceso de envejecimiento en flores cortadas, sin embargo, de acuerdo a VAN HERK etc... (1998), el anturio es relativamente tolerante a esta hormona, produciéndolo en pequeñas cantidades, por lo que el uso de STS no es necesario, a pesar de que tuvo un efecto vida de postcosecha positivo cuando se formó una elevada concentración de etileno.

Por otro lado, según REID y DODGE (2001), el tratamiento con STS no tuvo ningún efecto, en base a la falta de respuesta de las flores del anturio a este tipo de sustancia, se desestima su uso en el tratamiento post-cosecha. Vale la pena mencionar que, según VAN HERK etc... (1998), este conservante floral es muy perjudicial para el medio ambiente.

El uso de nitrato de plata (AgNO_3) en la solución del pulsing, puede mejorar las relaciones hídricas de la flor, y puede prolongar significativamente la vida post-cosecha de las flores del anturio (REID y DODGE, 2001; PAULL, 1982).

El tratamiento con soluciones pulsing de AgNO_3 a 4 mM de concentración durante 40 minutos (22 ° C y HR = 70% -80%) inmediatamente después de la cosecha, aumentó la vida de almacenamiento de las flores de

anturio, pero no tuvo efecto sobre las flores que se colocaron primero vaso (PAULL, 1987).

CASTRO, MATTHES y FERREIRA (1983) estudiaron la vida útil del anturio utilizando AgNO_3 a una concentración de 1 mM durante diez minutos, e informaron que este tratamiento evitó la pérdida de turgencia de las flores, el oscurecimiento y la necrosis del ápice y el espádice de las flores de esta especie.

Pero según el trabajo realizado por Beyer (1976), la pulverización de las flores con ion Ag^+ , en la forma de AgNO_3 , fue frecuentemente fitotóxica.

Según PAULL (2001) el tratamiento con benzyladina (BA), 100 mg/l, solo tuvo efecto en algunos cultivares de anturios, llegando a aumentar en 20 días más la vida en vaso que aquellos que no fueron tratados.

Sin embargo, a pesar de que muchos estudios recomiendan los tratamientos postcosecha para aumentar la longevidad de los anturios, estos tratamientos no proporcionan beneficios adicionales para la flor, porque, estas pueden tener una longevidad, después de la cosecha, superior a las 3 semanas si se manejan adecuadamente y se utiliza agua desionizada (REID y DODGE, 2001).

Problemas durante esta fase, como ya se ha comentado, están relacionados con la proliferación de bacterias que infecta el corte en la base del tallo, por lo tanto si los anturios fuesen colocados en agua después de la cosecha, debería añadirse un biocida, como el uso de 50 ppm de hipoclorito (REID y DODGE, 2001).

AKAMINE y GOO (1975), comentaron, que a menudo la turgencia puede ser recuperada en pocas horas por rehidratación, sin embargo, según WATERS (1968), la variabilidad de la composición del agua utilizada, puede causar diferencias en el mantenimiento de la calidad de las flores cortadas.

Así, de acuerdo con WATERS (1968) y REID y KOFRANEK (1981), solamente agua desionizada o destilada se debería utilizar en la solución de conservación, sin embargo, ZIMMERMANN (1978) observó que esta situación no era una práctica común, y que el uso de agua destilada o desionizada como único medio de conservación, redujo la relación de conductividad del agua a través del tallo de la flor y que este fenómeno podría ser eliminado por el uso de agua del grifo o por una disolución de 10 mM de NaCl en agua destilada o

desionizada. Según VAN MEETEREN etc. (2001), esta disminución de la conductividad es un fenómeno frecuente en las flores cortadas.

La composición del agua del grifo contiene sales y flúor, y varía según el lugar, influyendo en la longevidad floral y la eficiencia de las soluciones. Por otra parte, la sensibilidad a la calidad del agua varía con el tipo de flor (HALÉVY Y MAYAK, 1981 y 1974).

WATERS (1968), describió el uso frecuente de agua de pozos con alto contenido de minerales por productores, comerciantes y consumidores, que también comprometía la eficiencia de las soluciones de conservación.

En el Valle do Ribeira, se observó la utilización de agua de pozo en los contenedores utilizados para el alojamiento de flores en el almacén de envasado y en las hojas de periódico humedecidas que se utilizan para el embalaje de las flores.

2.10 Clasificación

En los Países Bajos, según VAN HERK etc.(1998), las flores de anturio se comercializan en tres categorías de calidad: A1, A2 y B1. Las flores A1 deben ser frescas, limpias, con buen formato, bien desarrolladas, con su propio color, libre de lesiones derivadas de enfermedades, sin deformaciones, daño o decoloración y con tallos rectos y firmes; flores con ligeras desviaciones de los requisitos anteriores se clasifican como A2 y las flores con desviaciones más pronunciadas se clasifican como B1. En ese país, la clasificación también se hace por el tamaño de la espata: tamaño 6 (ancho de espata (e) 6- 7,5 cm y el tallo (t) con 25 cm de largo); tamaño 7,5 (e = 7,5 - 9 cm, t = 30 cm); tamaño 9 (e = 9 - 11 cm, t = 35 cm); tamaño 11 (e = 11 - 13 cm, t = 40 cm); tamaño 13 (e = 13 -15 cm, t = 45 cm); tamaño 15 (e =15- 18 cm, t = 50 cm); tamaño 18 (e = 18 - 25 cm, t = 50 cm) y tamaño 25 (e = > 25 cm, t = 50cm).

Por otra parte, en Brasil, los productores del Valle de Ribeira sólo realizan la separación por colores, sin que haya uniformidad en la comercialización, ya que, en el mismo color hay diferentes tonalidades, así

como diversas formas, tamaños, longitudes de los tallos y de los espádices, y distintos puntos de maduración.

2.11 Embalaje

El mayor daño durante el envío de flores de anturio es el resultado de la perforación de la espata por el espádice de las flores cercanas, por esa razón, muchos productores protegen las espatas con bolsas de plástico, que permite la colocación de más flores en las cajas (REID y DODGE, 2001).

En los Países Bajos existen diferentes tamaños de los envases de cartón para anturio: 100x20x10 cm, 100x30x10 cm, 100x40x12 cm, 100x40x14 cm y 100x30x8 cm (VAN HERK etc. 1998).

En Brasil, el único envase que se produce para la comercialización de anturios tiene las siguientes dimensiones: la caja, 96,8 x 29,8 x 10,4 cm, y la tapa 97,4 x 30,4 x 10,4 cm, que son medidas coherentes a los palés (100x120 cm) de estándar internacional, lo que permite su paletizado para las exportaciones, sin embargo, no tiene zonas abiertas para una correcta aireación. Los productores del Valle do Ribeira utilizan dos sistemas de envasado individual: utilizando papel de manila o periódicos; o embalajes de cartón sin dimensiones normalizadas, ambas sin condiciones para la exportación.

En la región de Holambra es práctica general el uso de tubos de plástico con agua en la base de cada tallo. El tubo de plástico tiene una tapa de goma, perforada en el centro, para que el tallo encaje perfectamente y evitar la salida de agua. Sin embargo, las flores son colocadas de forma horizontal dentro de las cajas y sus tallos pueden tener diámetros diferentes al del agujero en la tapa del tubo ($\varnothing = 0,35$ mm), lo que puede causar pérdidas de agua.

2.12 Almacenamiento anturios

El uso de la temperatura de refrigeración para el almacenamiento de las flores es muy importante, porque reduce la pérdida de agua, las infecciones bacterianas, las infecciones producidas por hongos y reduce los procesos de senescencia, manteniendo la calidad durante más tiempo y la prolongación de la vida post-cosecha de plantas y flores durante el período de almacenamiento (CORBINEAU, 1992).

Las flores de origen tropical requieren almacenamiento entre 7 y 15 ° C, debido a que temperaturas más bajas pueden causar daño por frío (*chilling*) con síntomas tales como decoloración de las flores, lesiones necróticas en los pétalos y las hojas y la apertura tardía de los botones florales después de su almacenamiento (NOWAK y RUDNICK, 1990), sin embargo, la sensibilidad de una planta o de una parte de ella al *chilling* varía dependiendo de la especie, variedad, parte de la planta y el tiempo exposición a las bajas temperaturas (KAYSER, 1991).

En el caso de los anturios, el almacenamiento inferior a 10 ° C causa decoloración y necrosis de la espata y el espádice (REID y DODGE, 2001). Según PAULL (1987), la temperatura óptima de almacenamiento para las flores de anturio, cultivares Kauman, Nitta y Ozaki, fue entre los 14 ° C y 17 C. En Brasil, se utiliza poco la técnica de conservación bajo control de temperatura en esta especie, que colocada en su embalaje, se mantiene a temperatura ambiente hasta el final de su vida útil. Por otra parte, las flores para la exportación deben ser almacenadas y transportadas bajo condiciones ambientales controladas.

De acuerdo con el trabajo de SANKAT y MUJAFFAR (1994), en las flores de anturio almacenados a temperaturas de 8 °C, 13 °C y 18 °C, la relación de absorción, pérdida y acumulación de agua disminuyó rápidamente durante los primeros cinco días, y después de ese período, estas relaciones disminuyeron lentamente.

La relación de transpiración/absorción de agua durante el almacenamiento de las flores de anturio a 28 ° C fue menor o igual a 1 para los

primeros diez días, tiempo durante el cual el peso y el porcentaje de humedad aumentó un 2% y un 11% respectivamente. A los 20 días a 28 ° C, la proporción aumentó a 1,62 y el peso y porcentaje de humedad se encontraba por debajo de los valores originales, con un 60% de las flores comenzando a estar fuera de los patrones de comercialización. Flores almacenadas a 18 ° C mantuvieron la relación entre la transpiración y la absorción de agua igual a 1 hasta el vigésimo día , a partir de ese momento, la transpiración superó la absorción, el peso y el porcentaje de humedad de las flores disminuyeron y las flores empezaron a mostrar signos de deterioro; llegando a un 60% de las flores no comercializables el trigésimo día (SANKAT y MUJAFFAR, 1994).

Por lo tanto, según SANKAT y MUJAFFAR (1994), una buena relación de la transpiración y de absorción de agua (0,86 a 1,04) se obtuvo en las flores almacenadas a 13 ° C durante los treinta días del experimento, cuando el peso y porcentaje de humedad de las flores mostraron valores altos en relación a los valores iniciales, en cuyo caso también hubo deterioro de las flores; sin embargo, mantenían la calidad suficiente para ser comercializables después de ese periodo de almacenamiento. Las flores almacenadas a 8 °C después del décimo día, desarrollaron rápidamente azulamiento y más tarde oscurecimiento de la espata, los cuales son síntomas del *chilling*, lo que las hace no aptas para la comercialización.

El contenido de agua de los productos hortícolas afecta a todas las propiedades térmicas y varía con la fase de desarrollo en la que se encuentre, con el cultivar y con la pérdida de agua que ocurre en la cosecha. De acuerdo con HONÓRIO y MORETTI (2002), el alto porcentaje de agua en los productos hortícolas (del 70% a 95%) hace que estos productos pierdan agua siempre que el contenido de agua en el aire (humedad absoluta) sea menor que el contenido de agua disponible para la evaporación del producto y, como se trata de un fenómeno de superficie, cuanto mayor es la superficie del producto en relación a su volumen, mayor es la evaporación.

A medida que la temperatura del ambiente aumenta, simultáneamente, aumenta la pérdida de agua, ocurriendo siempre que hay una diferencia de presión de vapor entre el producto y el aire. La pérdida de agua por los productos podrá reducirse con el aumento de la humedad del ambiente, mediante la reducción de la temperatura del producto, lo que reduce la presión

el vapor de agua de este; por la modificación de la velocidad de circulación del aire y por el uso de un embalaje adecuado y cubiertas sintéticas o naturales sobre el producto (HONORIO y MORETTI, 2002).

La temperatura es el factor ambiental más importante en la conservación de los productos hortícolas, afecta directamente a los procesos naturales de la respiración, de la transpiración y otros aspectos fisiológicos.

2.13 Refrigeración de productos hortícolas

La refrigeración de productos hortícolas está formada por un sistema amplio denominado cadena frío, que se compone por las cámaras frigoríficas, los diversos métodos de refrigeración - refrigeración rápida (de aire forzado, agua fría, hielo y vacío) o en cámara refrigerada - almacenamiento refrigerado, transporte refrigerado, los sistemas exposición de los productos en los lugares de venta al por menor (escaparates o vitrinas refrigeradas) y las operaciones que permiten que el producto se mantenga a una temperatura adecuada desde la recolección hasta su destino final, el consumidor. Pero para que se mantengan las características de calidad de los productos hasta el momento de la compra por el consumidor, es esencial que la cadena de frío no sea interrumpida, lo que aumentaría la temperatura del producto, y por lo tanto, habría un aumento de la actividad metabólica de este, lo que reduciría su vida útil.

Cuanto más rápido se enfría el producto, menor es la pérdida de agua, lo que lo preservaría durante más tiempo en buenas condiciones para su comercialización (ASHRAE, 1986).

Por lo tanto, los métodos de refrigeración rápida tienen como función la rápida eliminación de gran parte del calor de los productos agrícolas perecederos, y dependiendo de la temperatura final deseada para el producto, este proceso debe llevarse a cabo antes de su comercialización o almacenamiento. Los principales métodos utilizados son: refrigeración rápida

con aire forzado, con de agua fría, con hielo y con vacío. El tipo de refrigeración que debe utilizarse se determina en función del tipo de producto, equipo disponible, el envasado, entre otros.

2.13.1 Refrigeración en cámaras frigoríficas

Según CORTEZ, CASTRO y VIGNEAULT (2002), este método de refrigeración consiste en colocar las verduras en una cámara frigorífica. En este sistema el aire el frío entra por la parte superior de la cámara y recorre toda la cámara, se mueve sobre el producto, envasados o no, y vuelve al evaporador a través del producto. Pero, para que haya un buen intercambio de calor es necesario mantener una cierta distancia entre los contenedores (cajas o montones de cajas) para que pueda haber un flujo de aire frío suficiente para que este entre en contacto con el producto (LEAL & CORTEZ, 1998a).

La principal ventaja que ofrece este sistema de refrigeración es que el producto puede ser almacenado en la misma cámara donde fue refrigerado, reduciéndolo el manoseo del producto. Por otro lado, es un proceso lento, que puede provocar pérdida de peso.

2.13.2 Refrigeración rápida con aire forzado (refrigeración por aire forzado)

La refrigeración por aire forzado consiste en apilar el producto(cajas, envoltorios plásticos, etc...) formando una estructura cerrada como un túnel, denominado túnel californiano. Se cierra la parte superior y frontal del túnel con una lona, para que el ventilador aspire el aire dentro del túnel (THOMPSON etc..., 1998). El ventilador funciona como extractor provocando un flujo de aire

forzado a través del volumen de cajas, creando así una presión negativa. La instalación de este sistema se puede hacer dentro de una cámara frigorífica convencional, de esta forma el aire que pasa a través de las cajas dentro del túnel es aire frío que sale el evaporador del sistema de refrigeración de la nevera. Con este sistema es posible aumentar la interacción entre los productos y el medio de refrigeración, ya que el aire se ve forzado para pasar entre los productos dentro de las cajas que están en el túnel creado a tal efecto, reduciendo el tiempo necesario para la refrigeración.

Este método requiere que los envase tengan unas aberturas mínimas de entre 5% y el 10% de su volumen para facilitar la ventilación, sin embargo, debe haber uniformidad en su distribución, para que haya una refrigeración uniforme (LEAL y CORTEZ, 1998 b).

3 Solución adoptada

3.1 Localización

El lugar elegido para la instalación del invernadero es la Facultad de Ingeniería Agrícola (FEAGRI) de la UNICAMP, localizada en el barrio de Barao Geraldo, en la ciudad de Campinas,

Campinas es una ciudad situada en el estado de Sao Paulo, Brasil. Mas concretamente se encuentra a uno 90 kilómetros al noroeste de la capital del estado, Sao Paulo. La ciudad tiene una población superior a un millón de habitantes y prácticamente 800 km². Sin embargo tiene un área metropolitana formada por 18 municipios más que alcanza una población cercana a los tres millones de personas, lo que la convierte en la segunda área metropolitana del estado (solo por detrás de la capital), y en una de las diez más grandes de Brasil.

Actualmente hay otro invernadero, prácticamente en estado de abandono, en el lugar donde se va a instalar el proyectado en este trabajo. Ese invernadero también fue utilizado para la producción de flores de anturios para su estudio.

En el plano nº1 se puede observar la localización de Campinas en Brasil, la de la facultad (FEAGRI) dentro de la universidad, y la localización del terreno en la finca de la facultad.

3.2 Estructura

La estructura del invernadero se construirá con cuatro módulos “Poly House” de la empresa Van der Hoeven (figura 1). Estos módulos metálicos tienen forma de capilla y la posibilidad de abrirse cenitalmente, permitiendo una correcta circulación del aire.

Las medidas de cada módulo son 7 metros de ancho, 4,5 metros de largo, 3 metros de altura hasta el comienzo de la capilla y 4,6 metros de altura total (con la abertura cenital cerrada). Se alinearan cuatro módulos formando un invernadero con unas dimensiones de 7 metros de ancho por 18 metros de largo (plano nº 2 y nº 3). En el ancho orientado hacia el norte se colocara la puerta de entrada, cuyas dimensiones serán 1,5 metros de anchura por 3 metros de altura. Se utilizara una abertura cenital de 30 centímetros. Las características de cada módulo se pueden observar en la figura 3.

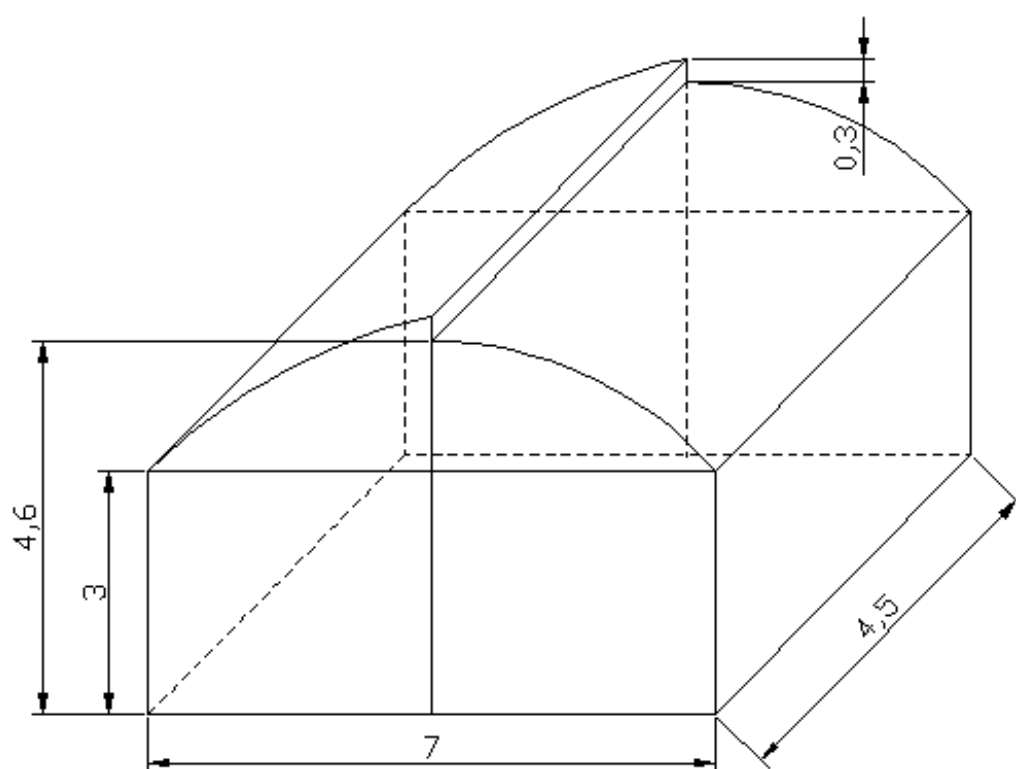


Figura 3: Características del modulo(medidas en metros)

Las temperaturas máximas y mínimas medias que se obtienen con este invernadero (anexo 2) entran dentro del rango aceptable para este cultivo en invierno y verano. Porque aunque en invierno la temperatura alcanzada sea menor a los 18 °C recomendados por la mayoría de autores, LEME (2008) no observo ningún daño en las plantas de anturio que cultivo en las mismas condiciones.

3.3 Cubiertas

El invernadero tendrá los cuatro laterales abiertos. Se utilizará una tela de sombreado negra que proporcione un sombreado del 50% en los laterales.

El techo del invernadero se tapará con filme plástico, anti-goteo, de 150 μm de espesor.

Para conseguir el sombreado que necesita el anturio para un correcto desarrollo se van a instalar dos cortinas de sombreado reflexivas en el plano horizontal, a la altura de tres metros, donde comienza la capilla (figura 4). Las cortinas serán móviles y cada una tendrá un porcentaje de sombreado diferente. La superior tendrá un 60% de sombreado, y la inferior, que será retirada los días lluviosos y completamente nublados, tendrá un porcentaje de sombreado del 40%.

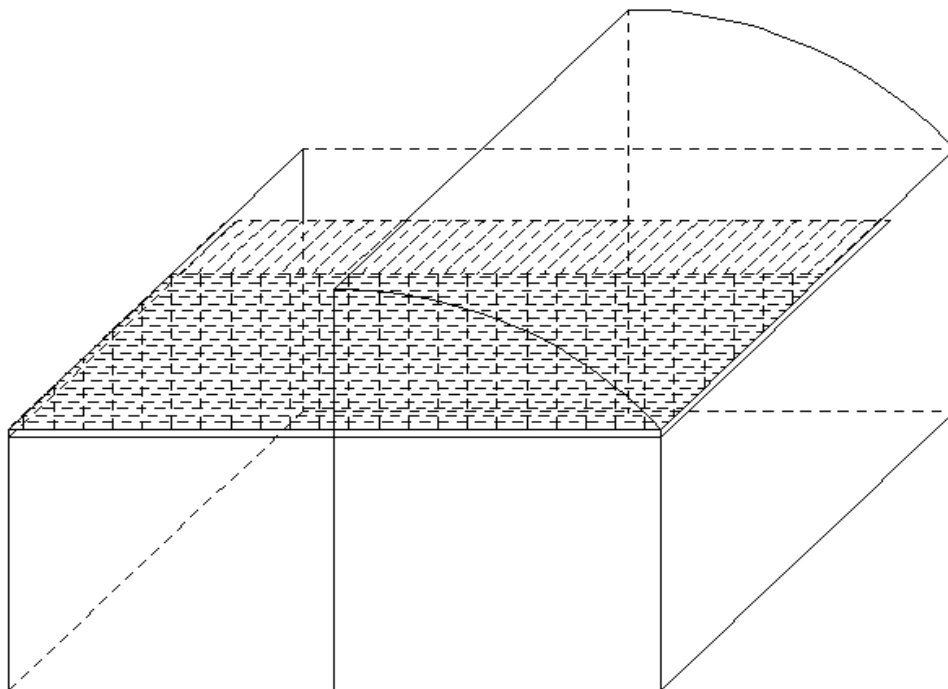


Figura 4: Posición de las cortinas de sombreado.

3.4 Sistema cultivo

El sistema de cultivo será hidropónico en canaletas. Las canaletas se colocaran formando tres banquetas, las cuales tendrán 15 metros de largo y un metro de ancho. Las banquetas tendrán una profundidad de 30 cm, que se excavara en el suelo del invernadero, y tendrán un 3% de inclinación para efectuar un correcto drenaje por gravedad.

En cada banqueta se utilizaran cuatro canaletas, superponiéndolas de manera que alcancen la longitud deseada (15 m). Estas canaletas serán cubiertas con film plástico de 150 μm , lo que evitara la erosión de las banquetas por efecto de la solución de riego.

El esquema del sistema de riego se puede observar en el plano nº 4. Constará de un único deposito de fibra de 1000 litros. El deposito esta situado fuera del invernadero a la altura del final de las banquetas, y por debajo del nivel del suelo del invernadero. El riego será por goteo por gravedad. Una bomba de 0,5 caballos será la encargada de tomar la solución nutritiva del deposito y llevarla al comienzo de las banquetas través de tubería de PVC de 35 mm, distribuyéndola por las cuatros líneas de manguera de goteo de cada banqueta. La mangueras de goteo se unirán a la tubería de PVC a través de conectores con anillo de veda. La solución sobrante será drenada por gravedad hasta volver al depósito. Los tubos del sistema de drenaje serán de PVC y tendrán 100 mm de diámetro. La bomba se colocara en el exterior del invernadero, a la altura del comienzo de las banquetas. En este tipo de sistemas hidropónicos recirculados es muy importante medir diariamente la conductividad eléctrica y el pH de la solución, corrigiéndolos en el caso de ser necesario. La bomba dispondrá de un temporizador para regular los riegos y asegurase que el sustrato este siempre húmedo.

El sustrato utilizado será fibra de coco (fibras del mesocarpio del fruto de la palmera *Cocos nucifera*), ya que distintos autores lo recomiendan para el cultivo hidropónico de anturio. Las banquetas no se llenarán completamente, dejando aproximadamente 5 cm sin llenar. Las plantas tendrán un marco de plantación de 20 x 20 cm, lo que significa que habrá 20 plantas por metro lineal

de banqueta, y que se necesitarán 900 plantas de anturio para todo el invernadero.

La variedad elegida para la plantación será la variedad del Instituto Agronómico de Campinas “IAC Eidibel”, la cual es una de las más utilizadas comercialmente hoy en día en Brasil, y es con la que LEME (2008) obtuvo un correcto desarrollo en las mismas condiciones de plantación.

4.1 Presupuesto

Elemento	Descripción	Precio (R\$)	Cantidad	Total (R\$)
Mudas	Mudas de anturio variedad "IAC Eidibel"	0,5	918	459
Sustrato	Fibra de coco	67/ m ³	12 m ³	804
Cubierta	Film plástico de 150 µm	5,5/ m ²	250 m ²	1375
Tela de sombreado	Tela negra de sombreado 50% Polysack	5/m ²	150 m ²	750
Tela reflexiva 60%	Tela ALUMINET de la empresa Polysack, con sombreado 60%	6/ m ²	133 m ²	798
Tela reflexiva 40%	Tela ALUMINET de la empresa Polysack, con sombreado 40%	6/ m ²	133 m ²	798
Estructura invernadero	Módulos "Poly House" de la empresa Van der Hoeven, 7x4,6x4,5 m	1100	4	4400
Tubería 35 mm	Tubería PVC 35 mm de 6 m de longitud de la compañía Masterfer	25	5	125
Tubería 100 mm	Tubería PVC 100 mm de 6 m de longitud de la compañía Masterfer	30	2	60
Cinta de goteo	Cinta de goteo de la compañía Masterfer	2	180	360
Canaletas	Canaletas plásticas de 1x4,5m y 0,3m de profundidad	11	12	112
Depósito	Depósito de fibra de vidrio, cuadrado de 1x1 m	200	1	200
Bomba	moto bomba, SD2 1/2 CV, 110V/220V, mono/bifásica	500	1	500
Temporizador	Temporizador automático KW-600M	100	1	100
Válvula	Válvula de succión, tipo sapo	50	1	100
Conectores	Conectores con anilla de veda	10	12	120
Filtro	Filtro de disco de una pulgada	25	1	25

Total: 11.086 Reales

El costo de la mano de obra no se ha calculado ya que los trabajos se llevarán a cabo por los trabajadores de la finca de practicas de la Facultad de Ingeniería Agrícola.

4.2 Calculos de cantidades

-Tela se sombreado: $(4 \times 18 \times 2) + (4 \times 7 \times 2) = 150 \text{ m}^2$

-Telas reflexivas: $7 \times 19 = 133 \text{ m}^2$

-Film plástico: $(7,94 \times 18) + (8,04 \times 2) + (0,3 \times 2 + 1) \times \{(15 \times 3) + (0,3 \times 6)\} = 233,88 \text{ m}^2$

-Canaletas: $15 / 4,5 = 3,33 \Rightarrow 4 \times 3 = 12$

-Sustrato: $15 \times 3 \times 0,25 \times 1 = 11,25 \text{ m}^3$

-Mudas: $20 \times 45 = 900$; Más un 2% por posibles muertes $\Rightarrow 918$

-Cinta de goteo: $15 \times 3 \times 4 = 180 \text{ m}$

-Tubo 100mm de 6 metros de longitud: $8,1 / 6 = 1,35 \Rightarrow 2 \text{ unidades}$

-Tubo 35 mm de 6 m de longitud: $14,65 + 1 + 8,05 = 23,7 / 6 = 3,95 \Rightarrow 5 \text{ unidades}$

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARTS, J.F.T. Over der houdbaarheid van snijbloemen. Meded Landb. Hoogesch.**Wageningen**, v.174, p.1-64. 1957.

ACOCK, B.; NICHOLS, R. Effects of sucrose on water relations of cut-secescing carnationflowers. **Ann. Bot.**, v.44, p.221-230, 1979.

AKAMINE, E.K.; GOO, T. Controlled atmosphere storage of anthurium flowers. **HortScience**, v.16, p.206-207, 1981.

AKAMINE, E.K.; GOO, T. Vase life extension of anthurium flowers with commercial floralpreservatives, chemical compounds and other materials. **Flor. Rev.**, v.155, n.4027, p.14-15,56, 60, 1975.

ANTHURA. Anthura BV. **Directrices para el cultivo del Anthurium en maceta**. Países Bajos: Bureau IMAC Bleiswijk B.V., 2007a. 11 p.

ANTHURA. Anthura BV. **Guía para el cultivo de Anthurium de flor cortada**. Países Bajos: Bureau IMAC Bleiswijk B.V., 2007b. 10 p.

ASHRAE. Methods of precooling fruits, vegetables and ornamentals. In: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **Refrigeration Systems and Aplications Handbook**. Inc. Atlanta, Georgia. Cap. 11. 1986.

BAKER, J.E. Preservation of cut flowers. In: NICKELL, L.G. **Plant growth regulating chemicals**, Florida: CRC Press, 1983. v.2, chap.10, p.177-191.

BEYER, E.M. A potent inhibitor of ethylene action in plants. **Plant Physiology**, v.58, p.268-271, 1976.

BOGNER, J.; NICOLSON, D.H. A revised classification of Araceae with dichotomus keys.**Willdenowia**, v.21, p.35-50, 1991.

CARDENAS, M.R. Anthurium production and pest problems em Vera Cruz, México. In:INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CUT FLOWERS IN THE TROPICS, 1997, Bogotá. **Abstracts...** Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Oct. 1997. p.58. 80

CASTRO, C.E.F.; MATTHES, L.A.F.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Adequação de sombreamento para o cultivo de antúrio (*Anthurium andraeanum* Lindl.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 6., 1987, Campinas. **Resumo...**Campinas, 1987. p.24.

CASTRO, C.E.F.de. **Heliconias como flores de corte: adequação de espécies e tecnologia pós-colheita**. 1993. 191p. Tese Doutorado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CASTRO, C.E.F.de. **Tratamentos químicos pós-colheita e critérios de avaliação de qualidade de cravos (*Dyanthus caryophyllus*) cv. Scania Red Srin.** 1984. 139p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CASTRO, C.E.F.de.; GRAZIANO, T.T. Espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.3, n. 2, p.15-28, 1997.

CASTRO, C.E.F.de.; MATTHES, L.A.F.; FERREIRA, M.A. Conservação pós-colheita de antúrios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 4, 1983, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1983. p.257-263.

CLAY, H.F.; HUBBARD, J.C. Araceae (Arum Family). **The Hawai'i Garden:** tropical exotics. Hawaii: The University Press of Hawaii, 1977. p.21-59.

CORBINEAU, F. **El enfriamiento de flores y plantas.** Universidad de Pierre y Marie Curie, Paris y CNRS. Mendon, Francia, 1992. p. 62-90.

CORTEZ, L.A.B.; CASTRO, L.R.de.; VIGNEAULT, C. Resfriamento rápido a ar: Método da câmara frigorífica e do ar forçado. In: CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.;

DOI, M.; REID, M.S. Sucrose improves the postharvest life of cut flowers of hybrid *Limonium*. **Hortscience**, Alexandria, v.30, n.5, p.1058-1060, 1995.

ELIBOX, W.; UMAHARAN, P. Morphophysiological characteristics associated with vase life of cut flowers of anthurium. **Hortscience**, v. 43, n 3, p. 825-831. 2008

GONÇALVES, E.G. A new species of *Anthurium* (Araceae) from Espírito Santo State, eastern Brazil. **Feddes Repertorium**, v 116 , n 1–2, pag 92–95. 2005

GORSEL, R.V. Postharvest technology of imported and trans-shipped tropical floricultural commodities. **HortScience**, Alexandria, v.29, n.9, p.979-981, 1994.

HALEVY, A.H. Treatments to improve water balance of cut flowers. **Acta Hort**, Aas Sweden, v.64, p.223-230, 1976

HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Improvement of cut flowers quality opening and longevity by pre-shipment treatments. **Acta Hort**. Den Haag, Nederland, v.43, p.335-347, 1974.

HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers – Part 1. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**, Westport, v.1, p.204-236, 1979.

HALEVY, A.H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers – Part 2. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**, Westport, v.3, p.59-143, 1981.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros**. Costa Rica: IICA, 1988. p.91-121.

HIGAKI, T.; WATSON, D.P.; LEONHARDT, K.W. **Anthurium culture in Hawaii**. Honolulu: University of Hawaii at Manoa/College of Tropical Agriculture & Human Resources/Cooperative Extension Service, 1973. 20p. (Circular n.420).

HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Cap.4, p. 59-81.

INFOAGRO. **Cultivo del *anthurium* para flor cortada en la región de murcia**. Disponible en: <http://www.infoagro.com/flores/flores/Anthurium.htm>. 8/01/2010

KAMEMOTO, H. Some factors affecting the keeping quality of anthurium flowers. **Hawaii Farm. Sci.**, v.11, n.4, p.2-4, 1962.

KAMEMOTO, H.; NAKASONE, H.Y. **Evaluation and improvement of *Anthurium* clones**. Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment Station/University of Hawaii, 1963. 28p. (Technical Bulletin, n.58).

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: An Avi Book, 1991, 532p.

KOFRANEK, A.M.; HALEVY, A.H. Conditions for opening cut chrysanthemum flowerbuds. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.97, p.578-584, 1972.

LAURIE, A. Studies on the keeping qualities of cut flowers. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** St. Joseph, v.34, p.595-597, 1936.

LEAL, P.A.M.; CORTEZ, L.A.B. Métodos de pré-resfriamento de frutas e hortaliças. In: FEAGRI/UNICAMP. **II Curso de atualização em tecnologia de resfriamento de frutas e hortaliças**. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola – Unicamp, 1998a. p.81-116. (Apostila).

LEAL, P.A.M.; CORTEZ, L.A.B. Seleção do métodos resfriamento. In: FEAGRI/UNICAMP. **II Curso de atualização em tecnologia de resfriamento de frutas e hortaliças**. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola – Unicamp, 1998b. p.117-124. (Apostila).

LEME, J.M. Qualidade do antúrio “IAC Eidibel” em cultivo hidropônico com fibra de coco. **Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola**. 2008

LIN, R.S. **Physiological effects of silver thiosulphate, (aminoxy) acetic acid and malonate pulse treatments on the inhibition of ethylene biosynthesis and mode of actino in carnations.** 156p. Dissertation. (PhD) - Iowa State University, USA. 1988.

LOPES, L.C.; MANTOVANI, E.C. **O cultivo de antúrios.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 9p. (Boletim de Extensão, 22).

MAIA NETO, A. A. et al. **Avaliação de substratos usados na aclimação de mudas obtidas in vitro.** 2004. Disponible en: <http://www1.capes.gov.br/estudos/dados/2004/22001018/042/2004_042_22001018013P7_ProjPesq.pdf>. Acceso en: 5 de Abril de 2010.

MAROUSKY, F.J. Water relations, effects of floral preservatives on bud opening, and keeping quality of cut flowers. **HortScience**, Alexandria, v.7, n.2, p.114-116, 1972.

MATSUMOTO, E.A.; WATSON, D.P.; HIGAKI, T. **Hawaiian Anthuriums.** Honolulu, Hawaii: University of Hawaii, 1968. 8p. (Folheto n.115).

MATTHES, L.A.F.; CASTRO, C.E.F.de. **O cultivo de antúrio: produção comercial.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1989. 22p. (Boletim Técnico n.126)

MEEPAGALA K.M., Antifungal constituents of the essential oil fraction of Artemisia dracunculus L. Var. Dracunculus. Journal of agricultural and food chemistry. **2002 Nov 20;50(24):pag. 6989-92**

MORETTI, C.L. **Resfriamento de frutas e hortalças.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Cap.11, p. 231-272.

MOTOS, J.R. A importância dos materiais de propagação na qualidade das flores e plantas. **Informativo Ibraflor**, Campinas, Jan./Fev./Mar. de 2000.

NAKASONE, H.Y. & KAMEMOTO, H. **Wood shavings as a medium for Anthuriums.** Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, 1957. 11p.(Circular, n.53).

NICHOLS, R.; KOFRANEK, A.M.; KUBOTA, J. Effect of delayed silver thiosulphate pulse treatments on carnation cut flower longevity. **HortScience**, v.17, n. 4, p.600-601, 1982.

NOGUEIRA, S.S.S.; MATTHES, L.A.F.; HAAG, H.P. Nutrição mineral de plantas ornamentais X nutrição de *Anthurium andraeanum*. In: **Anais da Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.37, 1980. p.157-168.

NOORDEGRAAF, C.V. Problems of postharvest management in flowers. In:

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CUT FLOWERS IN THE TROPICS, 1997, Bogotá. **Abstract**, Bogotá: Universidad Nacional de Colômbia, Out. 1997. p.61.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R.M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens and potted plant**. Portland: Timber Press, 1990. 210p.

OLIVEIRA, M.J.G.de. Logística na pós-colheita de rosas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.1, n.2, p. 101-107, 1995.

PAULL, R.E. Anthurium (*Anthurium andraeanum*) vase life evaluation criteria. **HortScience**, v.17, n. 4, p.606-607, 1982.

PAULL, R.E. Effect of storage duration and temperature on cut anthurium flowers. **HortScience**, v.22, n. 3, p.459-460, 1987.

PAULL, R.E.; GOO, T. Ethylene and water stress in the senescence of cut anthurium flowers. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.110, p.84-88, 1985.

PREISS, W. Jardinocultura: anturiuns. **O Campo**, v.9, n.2, p.49-51, 1938.

REID, M.S. Pulse treatments with silver thiosulphate complex extend the vase life of cut carnations. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.105, p.25-27, 1980.

REID, M.S.; DODGE, L. **Anthurium**: Recommendations for maintaining postharvest quality. Department of Environmental Horticulture, University of California, Davis.

REID, M.S.; KOFRANEK, A.M. Recommendations for standardized vase life evaluation. **Acta Horticulturae**, n.113, p.171-173, 1981.

ROBINSON, S., etc., Vascular blockage in cut roses in a suspension of *Pseudomonas fluorescens*. **The Journal of Horticultural Science & Biotechnology**. v. 82 no. 5 p. 808-14. 2007

ROGERS, M.N. An historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. **HortScience**, St. Joseph, v.8, n.3, p.189-194. 1973.

ROSARIO, T.L. 'UPLB White' and 'Eternity': Two New Varieties of Anthurium for Cut Flowers. Philippine Agricultural Scientist. V. 92, n.4, p. 441-445. 2009

SAKURAGUI, C.M. **Araceae dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço no Estado de Minas Gerais, Brasil**. 143p. Dissertação (Mestrado Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.

SANKAT, C.K.; MUJAFFAR, S. Water balance in cut anthurium flowers in storage and its effect on quality. **Acta Horticulturae**, Kecskemét, v.2, n.368, p.723-732, Jul. 1994.

SHIRAKAWA, T.; DEDOLPH, R.D.; WATSON, D.P. N-6-benzyladenine effects on chilling injury, respiration and keeping quality of *Anthurium andraeanum*. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.85, p.642-646. 1964.

SINGH, A. K. **Flower crops: cultivation and management**. Pitampuram, New Delhi: New India Publishing Agency, 2006. 464 p.

SONNEVELD, C. **Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture**. 2000. 151 p. Dissertation - Wageningen University, Wageningen.

SOUZA, H.M.de. **Instruções para o cultivo de antúrios**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1963. 21p. (Boletim, 97).

SOUZA, M.M.; LOPES, L.C.; FONTES, L.E.F. Avaliação de substratos para cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) "White Polaris" em vasos. **Revista Brasileira de Horticulura Ornamental**, v.1, n. 2, p.71-77, 1995.

TAGLIACOZZO, G.M.D.; CASTRO, C.E.F.de. Manutenção da qualidade pós-colheita em antúrios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 13, 2001, São Paulo. **Resumos...** São Paulo, 2001. p.30.

THOMPSON, J.F. et al. **Commercial cooling of fruits, vegetables and flowers**. Oakland, California: University of California. Publication 21567, 59p. 1998.

TOMBOLATO, A. F. C.; FURLANI, P. R.; CASTRO, C. E. F. de.; MATTHES, L. A. F.; TAGLIACOZZO, G. M. D.; SAES, L. A.; RIVAS, E. B.; COUTINHO, L. N.; BERGMANN, E. C.; IMENES, S. D. L.. COSTA, A. M. M.; LEME, J. M. Antúrio: *Anthurium andraeanum* Lind. In: TOMBOLATO, A.F.C. **Cultivo Comercial de Plantas Ornamentais**. Campinas Instituto Agrônômico, 2004. p. 62-94.

TOMBOLATO, A.F.C. et al. **Variedades e Seleções IAC de Antúrios**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2002b. 6p.

TOMBOLATO, A.F.C.; et al. **Seleções IAC de Antúrios**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1998. 4p. (Folheto s/n.).

TOMBOLATO, A.F.C.; QUIRINO, E.A.; COSTA, A.M.M. Antúrio (*Anthurium andraeanum* Lindl.). In: TOMBOLATO, A.F.C.; COSTA, A.M.M. **Micropropagação de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1998. p.18-21. (Boletim Técnico, n.147).

TOMBOLATO, A.F.C.; RIVAS, E.B.; COUTINHO, L.N.; BERGMANN, E.C.; IMENES, S.D.L.. FURLANI, P.R.; CASTRO, C.E.F.de.; MATTHES, L.A.F.; SAES, L.A.; COSTA, A.M.M.; TAGLIACOZZO, G.M.D.; LEME, J.M. **O cultivo de antúrio: Produção comercial**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2002a. 33p. (Boletim Técnico IAC, n.194).

VAN HERK, M.V. et al. **Cultivation Guide Anthurium**: global know-how for growers around the Globe. 1st. ed. Holanda: Anthura B.V., 1998. 140p.

VAN MEETEREN, U. et al. Should be reconsider the use of deionized water as control vase solutions. **Acta Horticulturae**, Belgium, n.543, p.257-264, Jan. 2001.

VEEN, H.; VAN DE GEIJN, S.C. Mobility and ionic form of silver as related to longevity in cut carnations. **Planta**, v.140, n.1, p.93-96, 1978.

VONK NOORDEGRAAF, C. An approach to select new ornamental crops. **Acta Horticulturae**, Belgium, n.541, p.75-78, Oct. 2000.

WANG, B. Nutrient solution for use in cultivating Anthurium andraeanum comprises nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, iron, boron, zinc, manganese, copper, and molybdenum. **Tianjin Binhai Dashui Flower Sci & Technology Dev CO LTD**. 2009

WATERS, W.E. Relationship of water salinity and fluorides to keeping quality of chrysanthemum and gladiolus cut-flowers. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci**, St. Joseph, v.92, p.633-640, 1968.

WATSON, D.P.; SHIRAKAWA, T. Gross morphology related to shelflife of anthurium flowers. **Hawaii Farm. Sci**, v.16, n.3, p.1-3, 1967.

ZIMMERMANN, M.H. Hydraulic architecture of some diffuse-porous trees. **Can. J. Bot.**, n.56, p.2286-2295. 1978.

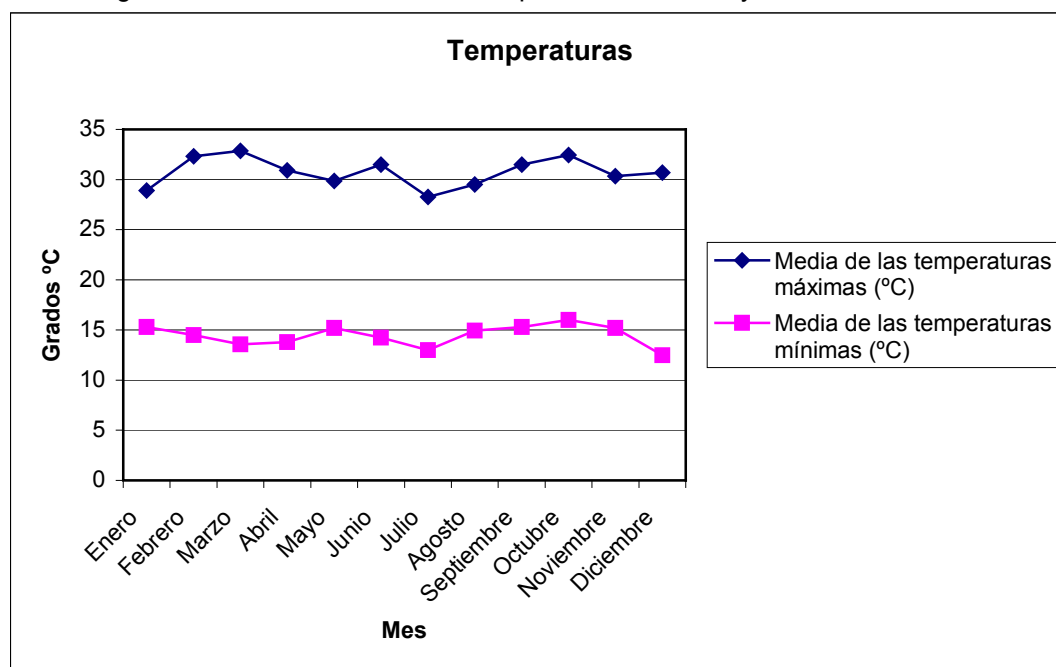
Anexo 1: Estudio climático

Los datos recogidos en todas las tablas corresponden a las medias de los años 2005 al 2009, obtenidas por el CNPM/EMBRAPA.

Tabla 2: Temperaturas de bulbo seco

Mes	Media de las temperaturas máximas (°C)	Media de las temperaturas mínimas (°C)
Enero	28,89	15,31
Febrero	32,33	14,5
Marzo	32,85	13,56
Abril	30,9	13,8
Mayo	29,85	15,21
Junio	31,5	14,25
Julio	28,25	13,01
Agosto	29,5	14,96
Septiembre	31,5	15,3
Octubre	32,45	16
Noviembre	30,35	15,21
Diciembre	30,7	12,5

Figura 5: Medias mensuales de temperatura máximas y mínimas



La temperatura de bulbo seco para verano se obtiene calculando la media de diciembre, enero y febrero; y la media de enero, febrero y marzo. De las que se utiliza la mayor de ellas.

$$T_{bsv} = (D+E+F)/3 = (30,7+28,89+32,33)/3 = 30,64 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{bsv} = (E+F+M)/3 = (28,89+32,33+32,85)/3 = \mathbf{31,36 \text{ }^{\circ}\text{C}}$$

La temperatura de bulbo seco para invierno se obtiene calculando la media de mayo, junio y julio; y la media de junio, julio y agosto. De las que se utiliza la menor de ellas.

$$T_{bsi} = (M + J + J)/3 = (15,21+15,25+13,01)/3 = 14,49 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{bsi} = (J + J +A)/3 = (14,25+13,01+14,96)/3 = \mathbf{14,07 \text{ }^{\circ}\text{C}}$$

Mes	Dirección del viento (°)	Humedad relativa medida a las 9h (%)	Humedad relativa medida a las 15h (%)
Enero	119,46	76,6	56,2
Febrero	152,33	77,2	55,3
Marzo	89,91	72,3	50,6
Abril	133,22	70,9	46,3
Mayo	141,11	73,4	46,3
Junio	168,06	73,7	43,4
Julio	136,73	72	40,6
Agosto	119,6	66,6	37,1
Septiembre	104,98	68,5	45,9
Octubre	103,84	70,4	48,7
Noviembre	103,35	72,5	51,6
Diciembre	94,22	74,2	54

Tabla 3: Dirección del viento, humedad relativa medida a las 9h y humedad relativa medida a las 15h.

La dirección media del viento en verano se calcula con la media de los meses utilizados para la media de temperatura de verano (enero, febrero y marzo).

$$D_{Vv} = (E + F + M)/3 = (119,46 + 152,33 + 89,91)/3 = \mathbf{120,57^\circ}$$

La dirección media del viento en invierno se calcula con la media de la mese utilizados para la media de temperatura de invierno (junio, julio y agosto).

$$D_{Vi} = (J + J + A)/3 = (168,06 + 136,73 + 119,60)/3 = \mathbf{141,46^\circ}$$

Estos resultados nos indican que el viento viene de dirección **suroeste**. La velocidad del viento que vamos a utilizar para los calculos van a ser **2,8 m/s** en verano y **3,2 m/s** en invierno

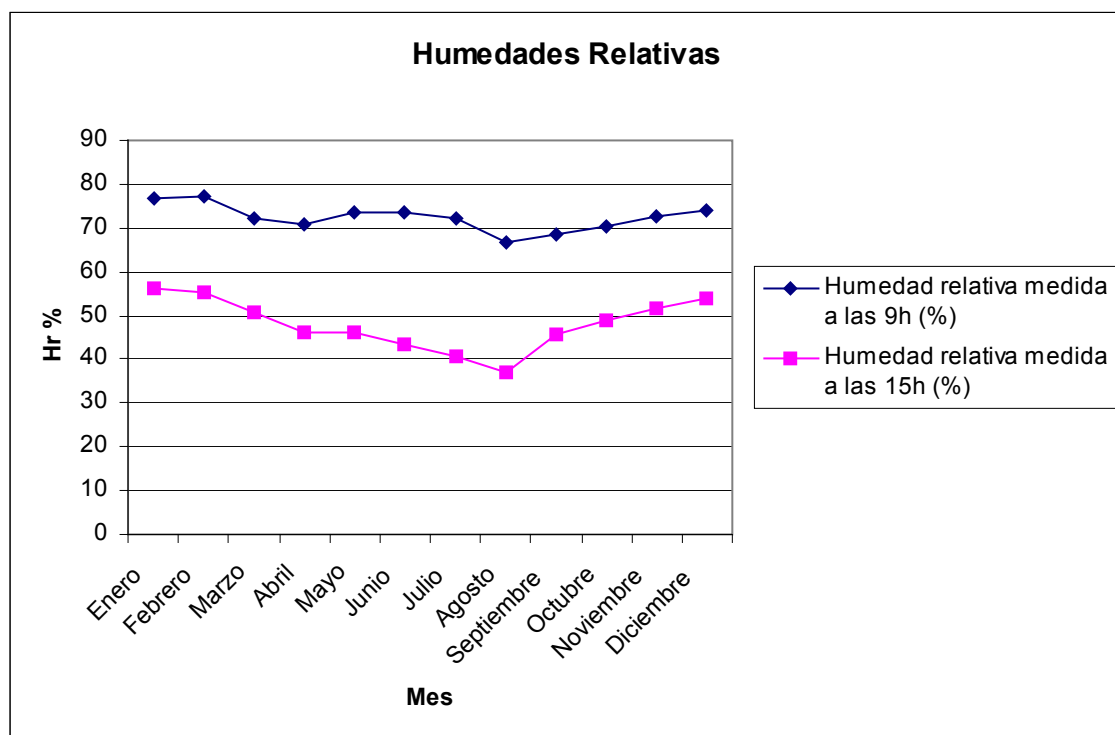


Figura 6: Medias mensuales de humedad relativa.

La humedad relativa media para verano, al igual que la dirección del viento, se calcula utilizando la media de los meses utilizados en el calculo de la

temperatura media de verano. Para el verano se utiliza la humedad relativa medida a las 15h.

$$Hr_v = (E+F+M)/3 = (56,2+55,3+50,6)/3 = \mathbf{54,03 \%}$$

La humedad relativa media de invierno corresponde a la media de los meses de junio, julio y agosto. Para invierno se utiliza la humedad relativa medida a las 9h.

$$Hr_i = (J+J+A)/3 = (73,7+72+66,6)/3 = \mathbf{71,43\%}$$

Las medias de la humedad absoluta para verano e invierno se obtienen utilizando el programa “Psicro” para la ciudad de Campinas.

$$Ha_v = 16,87 * 10^{-3} \text{ kg}_{\text{agua}} / \text{kg}_{\text{aire}}$$

$$Ha_i = 7,69 * 10^{-3} \text{ kg}_{\text{agua}} / \text{kg}_{\text{aire}}$$

Tabla 4: Horas de insolación y media de la radiación solar.

Mes	Número de horas de insolación	Media de radiación solar (W/m²)
Enero	6,9	664,7
Febrero	7	665,43
Marzo	7	643,98
Abril	7,6	631,89
Mayo	8	611,37
Junio	7,2	485,11
Julio	8	479,78
Agosto	8,1	528,65
Septiembre	6,7	606,08
Octubre	7	638,28
Noviembre	7,5	649,82
Diciembre	6,5	683,9

Al igual que en los casos anteriores, los meses utilizados para calcular las medias horas de insolación y la radiación solar de verano son enero, febrero y marzo.

$$\text{Horas de insolación verano} = (E+F+M)/3 = (7+7+6,9)/3 = \mathbf{7 \text{ horas}}$$

$$R_{sv} = (E+F+M)/3 = (664,7+665,43+643,98)/3 = \mathbf{658,04 \text{ W/m}^2}$$

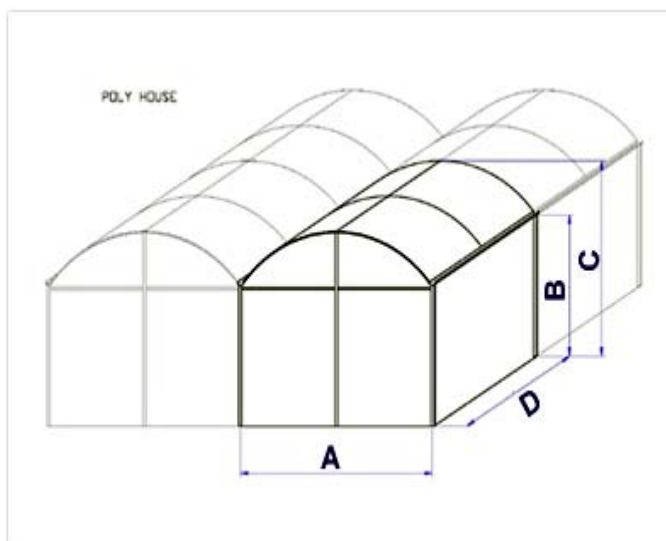
Para la media de horas de insolación y la radiación solar de invierno se utilizan los meses de junio, julio y agosto.

$$\text{Horas de insolación invierno} = (J+J+A)/3 = (7,2+8+8,1) = 7,8 \text{ horas}$$

$$R_{si} = (J+J+A)/3 = (485,11+479,78+528,65)/3 = \mathbf{497,85 \text{ W/ m}^2}$$

Anexo 2: Calculo del Balance de Energía y de Masas del invernadero

Características del invernadero para cálculos



A: 7m
B: 3m
C: 4,6m
D: 4,5m
Nº de módulos: 4
Perímetro del arco: 7,94m
Área del arco: 8,04m²

Figura 7: Esquema de los módulos.

Perímetro: $2 \cdot 7 + 18 \cdot 2 = 50\text{m}$

Área cubierta: $7 \cdot 18 = 126\text{m}^2$

Área del contorno plástico: $7 \cdot 3 \cdot 2 + 8'4 \cdot 2 + 18 \cdot 2 \cdot 3 + 7,94 \cdot 18 = 309,72\text{m}^2$

Área del contorno plástico (abierto): $309,72 - 267 = 42,72$

Volumen: $7 \cdot 18 \cdot 3 + 8,04 \cdot 18 = 522,72\text{m}^3$

Área proyección de las plantas: $15 \cdot 1 \cdot 3 = 45\text{m}^2$

Factor de cultivo: $45/126 = 0,35$

Ecuación General del Balance de Energía

$$Q_r + Q_m + Q_{sol} + Q_{sa} + Q_{ve} = Q_{ce} + Q_{sp} + Q_{sl} + Q_{vs} + Q_{ft} + Q_{tt} \quad (1)$$

Q_r – calor sensible de la respiración del producto, W;
 Q_m - calor de motores, equipamientos, luminárias, etc., W;
 Q_{sol} - calor proveniente del sol, W;
 Q_{sa} - calor sensible del sistema de calefacción, W;
 Q_{ve} - calor sensible del aire de ventilación de entrada (natural o forzado), W;
 Q_{ce} - calor sensible de conducción de la estructura, W;
 Q_{sp} - calor sensible transferido al suelo por el perímetro, W;
 Q_{sl} - calor sensible convertido en calor latente dentro del espacio interno (evaporación del agua de las macetas, sistemas de irrigación o hidroponía y evapotranspiración), W;
 Q_{vs} - calor sensible del aire de ventilación de salida (natural o forzado), W;
 Q_{ft} - calor sensible usado para la fotosíntesis, W, e
 Q_{tt} - calor de transmitancia térmica, W.

Descripción de los términos de la ecuación general

El calor sensible proveniente del sol (Q_{sol}), ec.(2), es definido como (ASHRAE, 1978;HELLICKSON, 1983):

$$Q_{sol} = \tau I A_p = 0,89 \cdot 658 \cdot 126 = 73788,12 \text{ W (verano)} \quad (2)$$

$Q_{sol} = 0$ (Invierno, pero para calcular otros parámetros (Q_{fot} y Q_r), hay que calcularlo.

$$Q_{sol} = 0,89 \cdot 498 \cdot 126 = 55845,7 \text{ W (invierno)}$$

τ = transmitancia de la superficie de la estructura en relación a la radiación solar en ondas cortas (290 a 2800 nm) = **0,89**

I = intensidad de la radiación solar local [W/m^2] = **658 W/m^2**

A_p = área del suelo del invernadero [m^2] = $7 \times 18 =$ **126 m^2**

El calor sensible usado para la fotosíntesis (Q_{ft}), ec.(3), se define como (ASHRAE, 1978; HELLICKSON, 1983):

$$Q_{ft} = 0,03 \cdot Q_{sol} = 0,03 \cdot 73788,12 = 2213,64 \text{ W (Verano)} \quad (3)$$

$Q_{ft} = 0$ (Para el cálculo de Q_r , $Q_{ft} = 1675,37 \text{ W}$) (Invierno)

El calor sensible de respiración del producto (Q_r), ec.(4), se define como (ASHRAE, 1978; HELICKSON, 1983):

$$Q_r = 0,10 \cdot Q_{ft} = 0,10 \cdot 2213,64 = 221,36 \text{ W (Verano - Cerrado o Abierto) (4)}$$

$$Q_r = 0,10 \cdot Q_{ft} = 0,10 \cdot 1675,37 = 167,5 \text{ W (Invierno - Cerrado o Abierto)}$$

El calor de fuentes de energía mecánica, luminosas (luminarias) y personas (Q_m), ec.(5), se define como (ASHRAE, 1978; HELICKSON, 1983):

$$Q_m = F \text{ PE} + \text{iluminación} + \text{personas} = 0 \text{ (en este caso) (5)}$$

F - factor de potencia del equipamiento, adimensional;
 PE - potencia eléctrica del equipamiento, W;
 iluminación - calor perdido por la potencia de las lámparas, W, e
 personas - calor cedido por las personas, W.

El calor sensible del sistema de calefacción (Q_{sa}), ec.(6), se define como (ASHRAE, 1978; HELICKSON, 1983):

$$Q_{sa} = PC \text{ (6)}$$

PC - potencia calorífica de la fuente de calor, W.

El calor sensible de conducción de la estructura (Q_{ce}), ec.(7), se define como (ASHRAE, 1978; HELICKSON, 1983):

$$Q_{ce} = U A_c \Delta T \text{ (7)}$$

U - coeficiente global de transferencia de calor del plástico = $6,8 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ (ALBRIGHT, 1990);
 A_c - área del contorno del invernadero plástico con el lateral cerrado, **309,72m²**;
 A_c - área del contorno del invernadero plástico con los laterales abiertos, **42,72 m²**;
 ΔT - temperatura interna - temperatura externa ($T_i - T_e$), K, e
 $T_{e\text{-verno}} = 31,36 + 273,15 = 304,51 \text{ K}$
 $T_{e\text{-invierno}} = 14,07 + 273,15 = 287,22 \text{ K}$
 T_i - incógnita del balance de energía, K.

$$Q_{ce} = U A_c \Delta T = 6,8 \cdot 309,72 (T_i - 304,51) = 2106,1 \cdot T_i - 641327,29 \text{ (Verano-cerrado)}$$

$$Q_{ce} = U A_c \Delta T = 6,8 \cdot 309,72 (T_i - 287,22) = 2106,1 \cdot T_i - 604912,89 \text{ (Invierno-cerrado)}$$

$$Q_{ce} = U A_c' \Delta T = 6,8 \cdot 42,72 (T_i - 304,51) = 290,5 \cdot T_i - 88458,94 \text{ (Verano-abierto)}$$

$$Q_{ce} = U A_c' \Delta T = 6,8 \cdot 42,72 (T_i - 287,22) = 290,5 \cdot T_i - 83436,26 \text{ (Invierno - abierto)}$$

El calor sensible transferido al suelo por el perímetro (Q_{sp}), ec.(8), se define como

(ASHRAE, 1978; HELICKSON, 1983):

$$Q_{sp} = F P_{er} \Delta T \quad (8)$$

F - factor perimetral, $W m^{-1} K^{-1}$;

P_{er} - perímetro del invernadero, m, e

ΔT - temperatura interna - temperatura externa ($T_i - T_e$), K.

$$Q_{sp} = F P_{er} \Delta T = 1,15 \cdot 50 (T_i - 304,51) = 57,5 \cdot T_i - 16515,15 \text{ (Verano-cerrado)}$$

$$Q_{sp} = F P_{er} \Delta T = 1,15 \cdot 48 (T_i - 287,22) = 57,5 \cdot T_i - 17509 \text{ (Invierno-cerrado)}$$

El calor de ventilación (Q_v), ec.(9), se define como (ASHRAE, 1978; HELICKSON, 1983):

$$Q_v = Q_{ve} - Q_{vs} = m c_p \Delta T = 0 \text{ (Verano e invierno cerrado)} \quad (9)$$

m - flujo másico de aire seco, $kg s^{-1}$, e

c_p - calor específico del aire externo, $J kg^{-1} K^{-1}$.

La relación entre el flujo volumétrico (V) y el flujo másico m , ec.(10), es descrita conforme a la expresión (ASHRAE, 1978; HELICKSON, 1983):

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow m = V \rho \quad (10)$$

V - flujo volumétrico, $m^3 s^{-1}$, e

ρ - densidad del aire externo, $1,05 kg m^{-3}$.

El flujo volumétrico para la ventilación natural, ec.(11), es dado por (HELLICKSON, 1983):

$$V = E \cdot A_a \cdot v_v \quad (11)$$

E - eficiencia de las aberturas, adimensional. (Para estructuras agrícolas se utiliza $E = 0,35$ (HELLICKSON, 1983));

v_v - velocidad media del viento externo a 2 m de altura, $m s^{-1}$, e

A_a - área de abertura del invernadero, m^2 .

$$V = E \cdot A_a \cdot v_v = 0,35 \cdot 267 \cdot 2,8 = 261,66 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Verano – Abierto)}$$

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow m = V \cdot \rho = 261,66 \cdot 1,05 = 274,74 \text{ kg /s (Verano – Abierta)}$$

$$V = E \cdot A_a \cdot v_v = 0,35 \cdot 267 \cdot 3,2 = 299,04 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Invierno – Abierto)}$$

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow m = V \cdot \rho = 0,35 \cdot 299,04 \cdot 1,05 = 313,94 \text{ kg /s (Invierno – Abierta)}$$

$$Q_v = m c_p \Delta T = 274,4(\text{kg}_a/\text{s}) \cdot 1006 \text{ (J/kg}_a\text{K)} \cdot (T_i - 304,51) = *T_i - \text{ (Verano – abierto)}$$

$$Q_v = m c_p \Delta T = 313,94(\text{kg}_a/\text{s}) \cdot 1006 \text{ (J/kg}_a\text{K)} \cdot (T_i - 287,22) = *T_i - \text{ (Invierno – abierto)}$$

El calor sensible convertido en calor latente (Qsl), ec.(12), se define como (ASHRAE, 1978;HELLICKSON, 1983):

$$Q_{sl} = E_T F_c Q_{sol} \quad (12)$$

E_T - razón entre a radiación solar y la energía asociada con la evapotranspiración del cultivo, adimensional, se recomienda 0,5 según (HELLICKSON, 1983)

F_c - factor de cultivo (área de cultivo/área de suelo), adimensional.

$$Q_{sl} = E_T F_c Q_{sol} = 0,5 \cdot 0,35 \cdot 73788,1 = 12912,92 \text{ (Verano)}$$

El calor de transmitancia térmica (Qtt), ec.(13) se define como (ASHRAE, 1978;HELLICKSON, 1983):

$$Q_{tt} = \varepsilon_{sup} \cdot \gamma_t \cdot \sigma \cdot A_p \cdot (T_i^4 - \varepsilon_a \cdot T_e^4) \quad (13)$$

ε_{sup} - emisión del suelo o vegetación, adimensional (HELLICKSON, 1983);

γ_t - transmitancia térmica del plástico en la irradiación, adimensional (HELLICKSON, 1983);

A_p - área del suelo, m²;

σ - constante de Stefan Boltzmann, $5,678 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$;

T_e - temperatura externa, K;

T_i - temperatura interna, K, e

ε_{ar} - emisión aparente del aire local, **0,8** adimensional (HELLICKSON, 1983).

$$\begin{aligned}\mathcal{Q}_{tt} &= \varepsilon_{\text{sup}} \cdot \gamma_t \cdot \sigma \cdot A_p \cdot (T_i^4 - \varepsilon_a \cdot T_e^4) = 0,85 \cdot 0,80 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 126 (T_i^4 - 0,8 \cdot 304,51^4) = \\ &= 4,86 \cdot 10^{-6} \cdot T_i^4 - 33436,8 \text{ (Verano)} \\ \mathcal{Q}_{tt} &= \varepsilon_{\text{sup}} \cdot \gamma_t \cdot \sigma \cdot A_p \cdot (T_i^4 - \varepsilon_a \cdot T_e^4) = 0,85 \cdot 0,80 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 126 (T_i^4 - 0,8 \cdot 287,22^4) = \\ &= 4,86 \cdot 10^{-6} \cdot T_i^4 - 26438,4 \text{ (Invierno)}\end{aligned}$$

Sustituyendo en la ecuación del balance de energía.

Verano cerrado:

$$Q_m = Q_{sa} = Q_v = 0 \Rightarrow Q_r + Q_{sol} = Q_{ce} + Q_{sp} + Q_{sl} + Q_{ft} + Q_{tt}$$

$$73788,12 + 221,36 = 2213,64 + 2106,1 \cdot T_i - 641327,29 + 57,5 \cdot T_i - 16515,15 + 12912,92 + 4,86 \cdot 10^{-6} T_i^4 - 33436,8$$

$$4,86 \cdot 10^{-6} T_i^4 + 2163,6 T_i - 750162,16 = 0 \Rightarrow T_i = 322,44 K = 49,3^\circ C$$

Invierno cerrado:

$$Q_m = Q_{sa} = Q_v = Q_{ft} = Q_{sl} = Q_{SOL} = 0 \Rightarrow Q_r = Q_{ce} + Q_{sp} + Q_{tt}$$

$$167,5 = 2106,1 \cdot T_i - 604912,89 + 57,5 \cdot T_i - 17509 + 4,86 \cdot 10^{-6} T_i^4 - 26438,4$$

$$4,86 \cdot 10^{-6} T_i^4 + 2163,6 T_i - 649027,79 = 0 \Rightarrow T_i = 285,13 K = 12,0^\circ C$$

Verano abierto:

$$Q_m = Q_{sa} = Q_{sp} = 0 \Rightarrow Q_r + Q_{sol} + Q_v = Q_{ce} + Q_{sl} + Q_{ft} + Q_{tt}$$

$$73788,12 + 221,36 + 117390,14 T_i - 35746471,53 = 1334,98 T_i + 406513,54 + 12912,92 + 2213,64 + 4,86 \cdot 10^{-6} T_i^4 - 33436,8 \Rightarrow$$

$$4,86 \cdot 10^{-6} T_i^4 - 116055,16 T_i + 35130248,13 = 0 \Rightarrow T_i^* = 303,06 = 30,0^\circ C$$

Invierno abierto:

$$Q_m = Q_{sa} = Q_{sp} = Q_{ft} = Q_{sol} = Q_{sl} = 0 \Rightarrow Q_r + Q_v = Q_{ce} + Q_{tt}$$

$$167,5 + 134160,16T_i - 38533481,15 = 1334,98T_i - 383432,96 + 4,86 \cdot 10^{-6} T_i^4 - 26438,4$$

$$4,86 \cdot 10^{-6} T_i^4 - 132825,18T_i + 38123442,29 = 0 \Rightarrow T_i = 287,27 = 14,1^\circ\text{C}$$

Ecuación General del Balance de Masa

Para la determinación de la humedad relativa interna media (URi), expresada en porcentaje, después de la simulación de la temperatura interna media (Ti), en K, se utiliza el balance de masa, definido por la ec.(14), lo cual nos da la humedad absoluta interna media (Wi) (HELLICKSON, 1983).

$$m_a W_i = m_a W_e + M_{ap} \quad (14)$$

m_a - flujo másico de aire seco, $\text{kg}_a \text{ s}^{-1}$

W_i - humedad absoluta interna, $\text{kg}_v \text{ kg}_a^{-1}$ (kilogramos de vapor de H_2O por kilogramo de aire seco)

W_e - humedad absoluta externa, $\text{kg}_v \text{ kg}_a^{-1}$ (kilogramos de vapor de H_2O por kilogramo de aire seco)

M_{ap} - flujo másico de agua producida por las plantas, $\text{kg}_v \text{ s}^{-1}$

$$M_{ap} = (3,9 \text{ l/m}^2 \cdot \text{día}) \cdot 45 \text{ m}^2 \cdot (1 \text{ día} / 86400 \text{ s}) = 0,00203 \text{ kg/s} = 0,00000203 \text{ m}^3/\text{s}$$

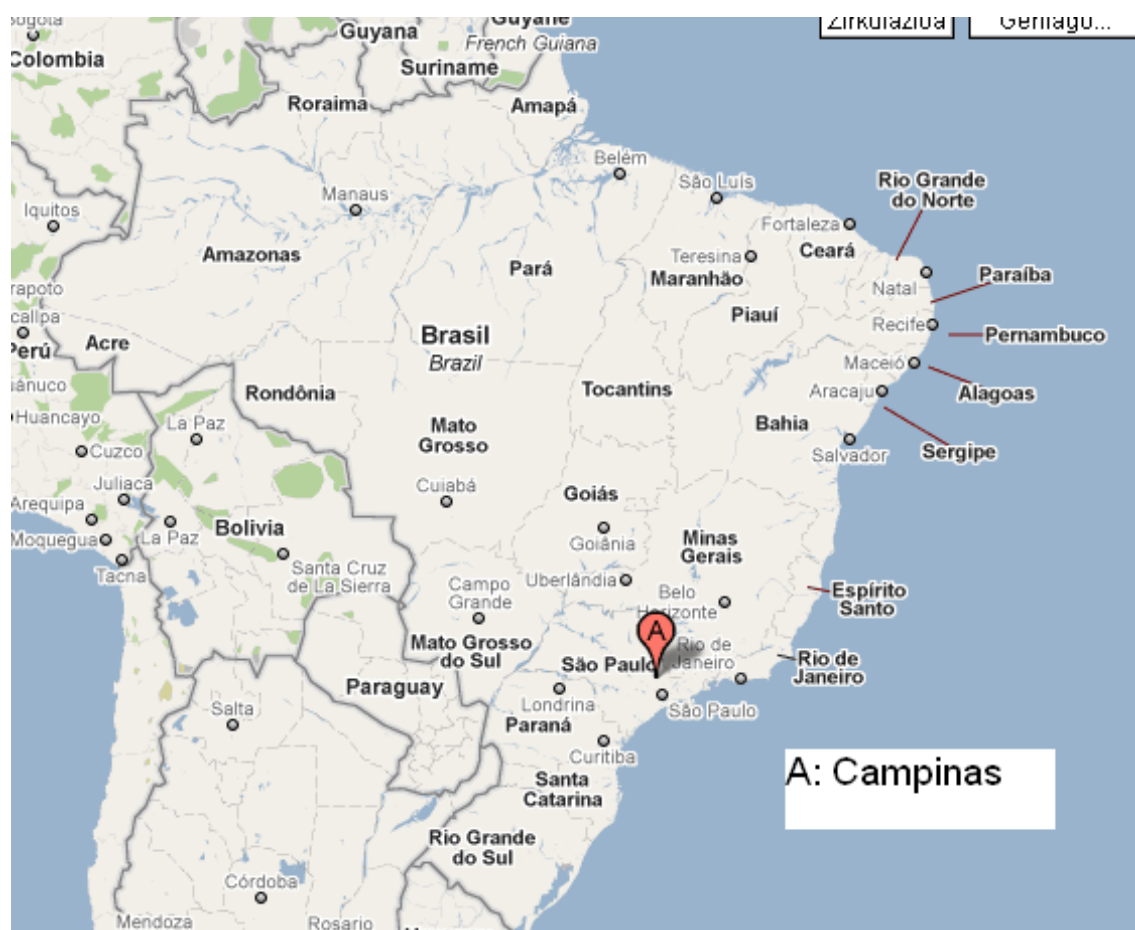
Verano abierto

$$m_a W_i = m_a W_e + M_{ap} \Rightarrow W_i = (m_a W_e + M_{ap}) / m_a = (274,74 \cdot 0,01687 + 0,00203) / 274,74 = 0,01688 \text{ kg}_v/\text{kg}_a \Rightarrow \text{Hr}_v = 54 \%$$

Invierno abierto

$$m_a W_i = m_a W_e + M_{ap} \Rightarrow W_i = (m_a W_e + M_{ap}) / m_a = (313,94 \cdot 0,00769 + 0,00203) / 313,94 = 0,007697 \text{ kg}_v/\text{kg}_a \Rightarrow \text{Hr}_i = 71,4\%$$

Anexo 3: Planos



A: Campinas



UNIVERSIDAD
ESTADUAL de
CAMPINAS



FACULTAD de INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO:

Diseño de invernadero para producción
de flor cortada de anturio

REALIZADO:

IKER GARCIA POZA

FIRMA:

PLANO:

LOCALIZACIÓN

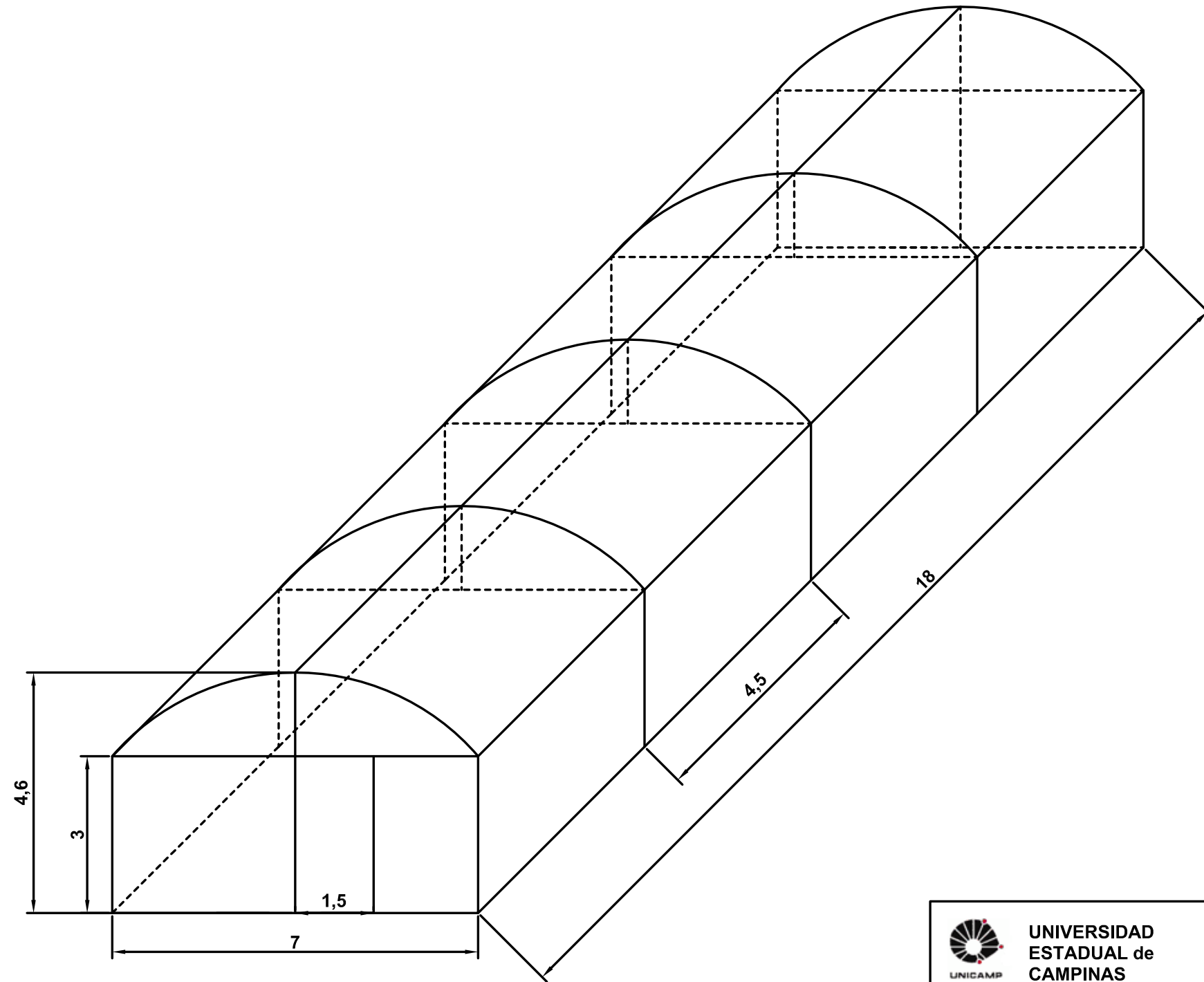
FECHA:

19/06/10

ESCALA:

NºPLANO:

1



UNIVERSIDAD
ESTADUAL de
CAMPINAS



FACULTAD de INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO:

Diseño de invernadero para producción
de flor cortada de anturio

REALIZADO:

IKER GARCIA POZA

FIRMA:

PLANO:

VISTA GENERAL

FECHA:

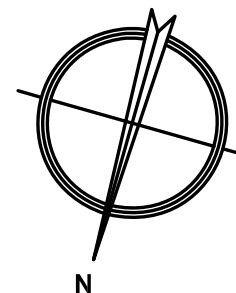
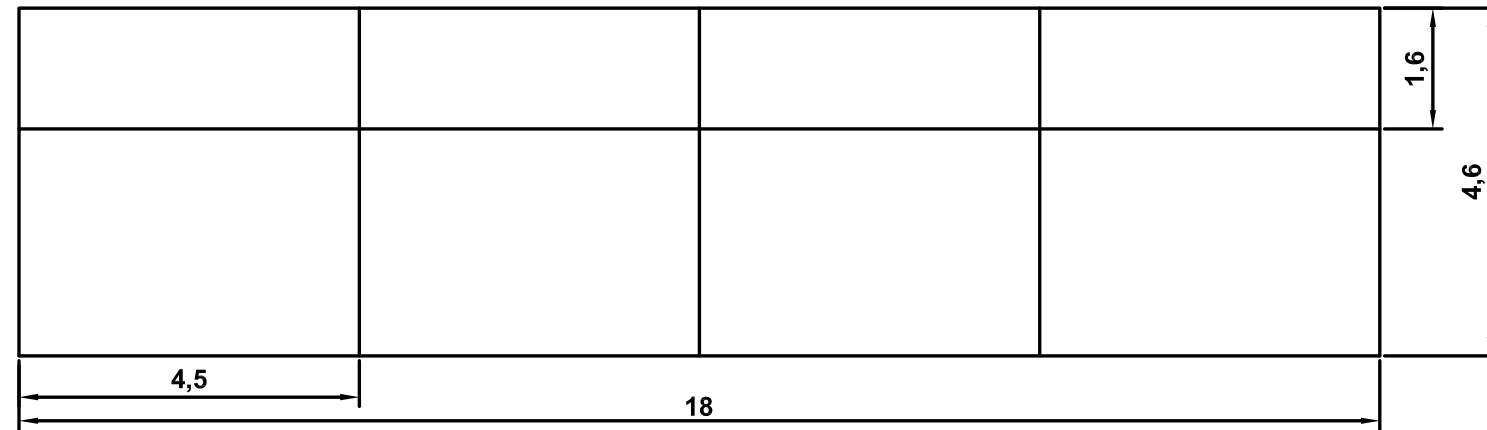
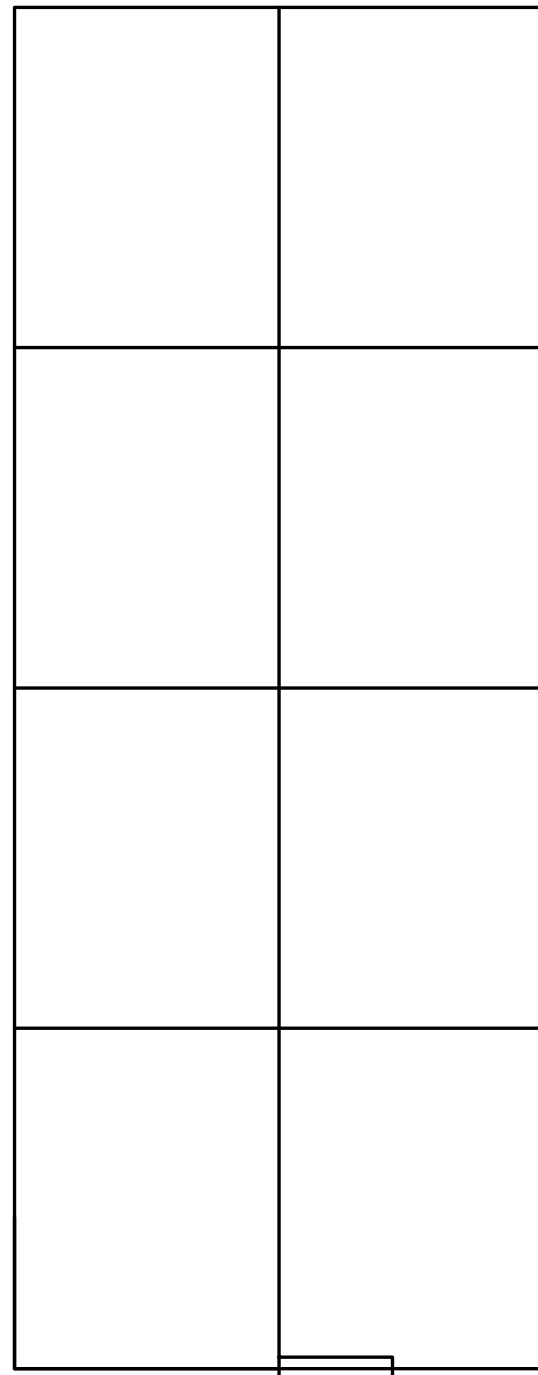
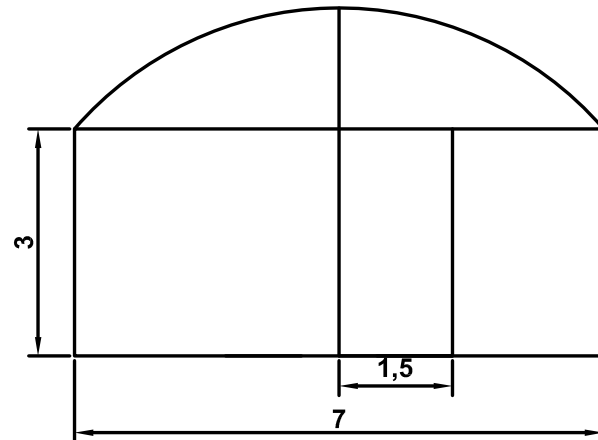
19/06/10



ESCALA:

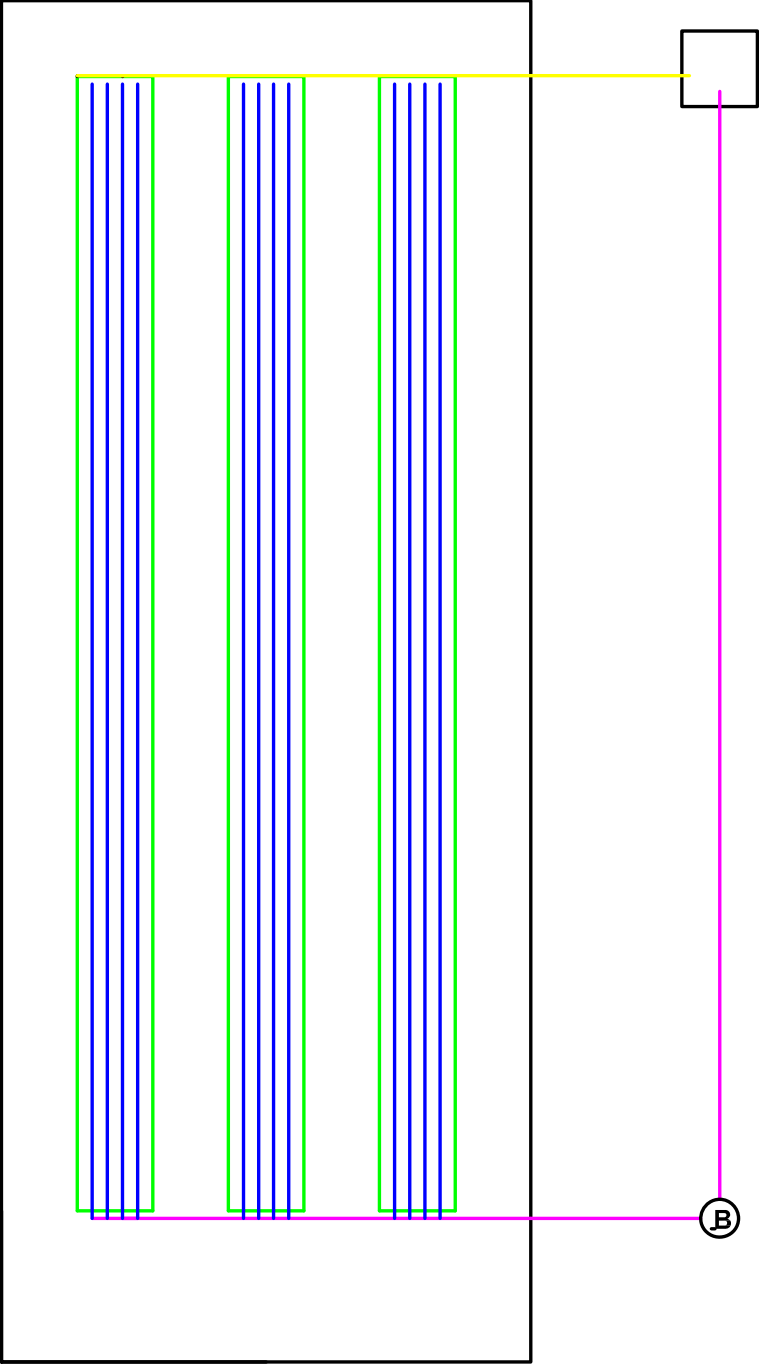
1:100

NºPLANO:

2



 UNIVERSIDAD ESTADUAL de CAMPINAS	 FACULTAD de INGENIERÍA AGRÍCOLA		
	PROYECTO: Diseño de invernadero para producción de flor cortada de anturio		
PLANO: ALZADO, PLANTA y PERFIL	REALIZADO: IKER GARCIA POZA		
	FIRMA:		
	FECHA: 19/06/10	ESCALA: 1:100	NºPLANO: 3





Leyenda

Cinta de goteo

Tubo de PVC 100 mm

B

Bomba

<div><div>UNIVERSIDAD ESTADUAL de CAMPINAS</div><div>FACULTAD de INGENIERÍA AGRÍCOLA</div></div>		REALIZADO: IKER GARCIA POZA		
PROYECTO: Diseño de invernadero para producción de flor cortada de anturio		FIRMA:		
PLANO: Sistema de irrigación		FECHA: 19/06/10	ESCALA: 1:100	NºPLANO: 4